



Science & Technology Trends

科学技術動向

11
2013
No.140

レポート・トピックス タイトルをクリックすると 各項目にジャンプします

レポート

p 9

欧州のハイパフォーマンスコンピューティング
戦略とその実現に向けた動き

p16

災害情報伝達媒体としての
デジタルサイネージ利用の動向

p22

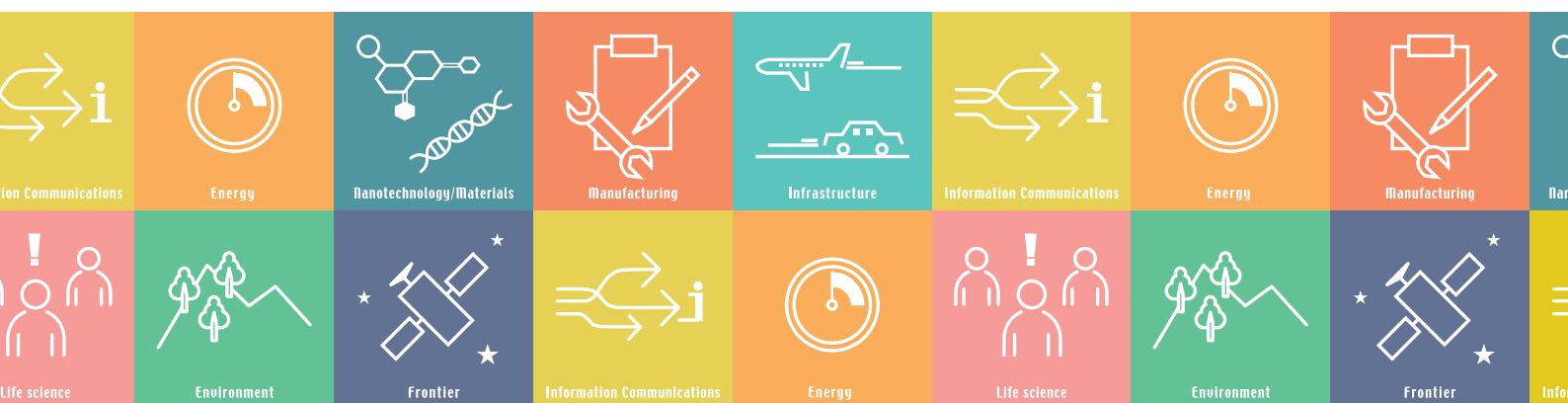
学術論文誌の編集体制にみる
日本の研究力強化に向けた取り組みの必要性
—ナノテク・材料系ジャーナルに着目した分析—

p29

各国の地球観測動向シリーズ (第5回)
インドの地球観測活動の方向性
—持続可能な資源利用に貢献する世界有数の地球観測衛星群—

特別記事

p 4 2013 年ノーベル賞自然科学 3 部門の受賞者決まる



本文は p.9 へ

欧州のハイパフォーマンスコンピューティング戦略とその実現に向けた動き

現在、ハイパフォーマンスコンピューティング（HPC）が、科学技術面、あるいは経済面で各国の将来に影響を及ぼすという認識が定着してきている。

EC は、2020 年までに HPC システムとサービスの供給・利用において世界のリーダーシップをとることを目指すとし、次の 3 つの柱の連携による推進を図ることを検討している。それらは、(1) エクサスケールに向けた次世代の HPC（に関わるテクノロジー）を開発すること、(2) 産業界とアカデミアに最良の HPC インフラストラクチャへのアクセスを提供すること、そして (3) 欧州が重要と位置付ける領域での、科学と産業向けのアプリケーションにおける優位性を確保することである。

欧州では、HPC 能力の向上を重要視しており、利用可能な全システムの性能合計の増強とその有効な活用の実現に向けて、欧州各国の協調のもと統合的な活動を進めている。

EC が検討中の HPC 戦略の具体化では、欧州の実情に基づいた課題克服への動き、HPC エコシステム全体による取組み、全体に共通してみられる協調の姿勢、PRACE 1.0 の実績を踏まえた拡充、HPC の活用を支える CoE の創設、コーデザインの重視などが注目できる。

本文は p.16 へ

災害情報伝達媒体としてのデジタルサイネージ利用の動向

近年、デジタルサイネージが駅や電車内などの公共スペースあるいは店舗などに急速に普及し、新しい情報媒体として、世界的な市場の拡大が見込まれている。しかしながら東日本大震災では、情報伝達手段としては十分機能せず、震災後の節電要請時には多くの表示機器が停止を余儀なくされた。震災後、国は災害時の情報伝達手段の多様化を軸とする整備を推進し、デジタルサイネージも重要な媒体の 1 つとして掲げている。防災無線を補完する視覚による情報伝達が可能であり、最近では多言語に対応したものや、音や香りなどの五感に訴えるサイネージも開発され、高齢者・障害者・外国人などの災害弱者への対応にも優れた媒体として注目される。

次世代 Web 技術により、スマートテレビ、スマートフォン、タブレット、カメラ、センサなどが共通フォーマットとなり、広義の「デジタルサイネージ」として機能することが期待される。こうした方向性を踏まえ、災害時の利用を考慮した情報システムの構築と国際標準化を推進するとともに、軽量かつ低消費電力、高い視認性、あるいは発電・蓄電機能を併せ持つディスプレイ端末の研究開発により災害時利用の拡大を図っていくことが求められる。

学術論文誌の編集体制にみる 日本の研究力強化に向けた取り組みの必要性 —ナノテク・材料系ジャーナルに着目した分析—

科学技術力は、国力を支える柱の一つとして弛むことなく発展している。これをさらに強化するために学術研究が果たすべき役割は大きい。学術研究で得られた成果は、単に世界に向けて発信するだけでなく、広く確実に認知される必要がある。なぜなら着実に認知されることが、研究成果のプライオリティ向上とグローバル環境下における優れた人材の確保に直接つながるからである。その実現に向けた一つの方策として、「影響力のある学術論文誌」へ、①研究成果を定常的に掲載し、②ある特定の研究分野を先導する特集号を編集し、③先進的な研究環境を紹介することが、重要であり、効率も良い。ところが、各々の学術論文誌において、誌面の構成は主に、チーフエディターやアソシエイトエディターといった重責を担う研究者コミュニティの裁量に委ねられている。本レポートでは、当該コミュニティが担っている運営業務を俯瞰することで、投稿者サイドではなく、学術論文誌の編集サイドが制御できる科学技術・学術情報を明らかにし、研究力のさらなる強化に向けた取り組みについて考察する。

各国の地球観測動向シリーズ（第5回） インドの地球観測活動の方向性 —持続可能な資源利用に貢献する世界有数の地球観測衛星群—

インドの地球観測活動は、政府の宇宙庁とインド宇宙研究機関が主導しており、地球観測衛星の開発や運用、応用プログラムの開発などを行っている。インドの地球観測衛星はロシアを上回る質と量を有しており、地球観測画像に関しては低価格のメリットを生かして有力な供給国となっている。インド政府は地球観測画像データが国民生活にとって重要な情報であることに鑑み、2011年に利用や配布に関するデータポリシーを策定し、国営企業のアントリクス社が画像販売を行うこととなった。

インド政府は持続可能な農業・漁業の構築を目指しており、現場観測とリモートセンシングにより得られた地球観測データを活用して、機械化の導入による資源枯渇や乱伐・産業排水などによる環境悪化の防止に役立てている。特に漁業では持続可能な最大漁獲量を超えないように、操業可能な海域を漁業従事者に多言語で伝達するシステムを構築している。

我が国はインドに比べて農業・漁業など社会応用面で後れを取っているが、2016年打上げ予定の「第1期地球環境変動観測衛星（GCOM-C1）」により国際的な貢献を果たすことが期待されている。

特別記事

2013年ノーベル賞 自然科学3部門の受賞者決まる

2013年のノーベル賞自然科学3部門(生理学・医学賞、物理学賞、化学賞)の受賞者が決まった。10月7日にスウェーデン カロリンスカ研究所より生理学・医学賞が、同国王立科学アカデミーから8日に物理学賞、9日に化学賞が発表された。以下に受賞者と受賞理由について紹介する。

自然科学3部門受賞者と受賞理由の概要

(1) 生理学・医学賞

James E. Rothman：(米) エール大学教授

Randy W. Schekman：(米) カリフォルニア大学バークレー校教授

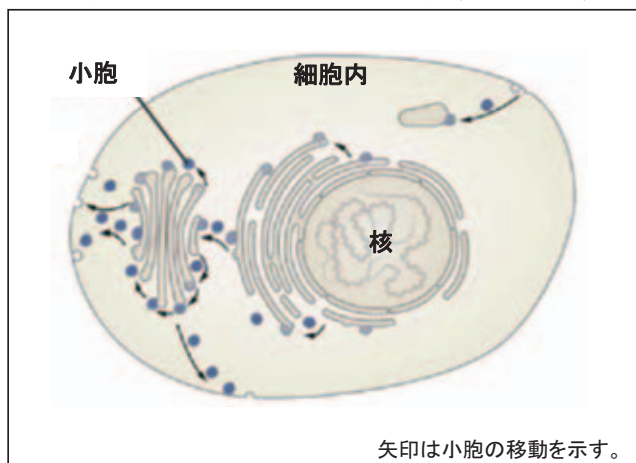
Thomas C. Südhof：(米) スタンフォード大学教授

受賞理由

「主要な細胞内輸送システムである小胞輸送の制御の発見」に対して

ヒトの体は約60兆個の細胞からできており、各々の細胞は様々な物質を合成して目的の器官へ運ぶ、いわば工場のような役割を果たしている。例えば、血糖調整を担うインスリンは、膵臓β細胞内の粗面小胞体と呼ばれる細胞小器官*でその前駆体が合成された後、同じく細胞小器官であるゴルジ体へと運ばれてインスリンとなる。神経伝達物質は、脳内の神経細胞内で合成された後に細胞外に放出され、別の神経細胞へ信号を伝える。こうした物質の移動や放出は小胞と呼ばれる細胞内の構造物を介して行われ、そのプロセスは小胞輸送と呼ばれている。3氏はこの仕組みを分子生物学的・生化学的に解明した。

図表1 細胞内における小胞の移動(イメージ図)



出典：参考文献1を基に科学技術動向研究センターにて作成

小胞は、細胞小器官の膜がくびれた後に切り離されることでできる小さな袋であり、この小胞を介して細胞小器官の間で物質が移動する¹⁾(図表1)。物質は、細胞小器官の膜がくびれる際に積み込まれる。物質を積み込んだ小胞が移動先の細胞小器官までたどり着くと、小胞の膜と細胞小器官の膜とが融合して、積み込まれていた物質が受け渡される。この小胞輸送に異常が起こると、神経疾患、免疫疾患、糖尿病などにつながる。例えば糖尿病は、粗面小胞体で合成さ

*細胞内の膜で囲まれた小さな区画を成し、機能的・構造的に分化して一定の機能をもつ構造体の総称。核、小胞体、ゴルジ体、ミトコンドリアなどが挙げられる。

れたインスリンの前駆体がゴルジ体へ適切に運ばれない、すなわちインスリンが合成されない場合などで発病する。うつ病などの精神疾患では、脳内の神経細胞から適量の神経伝達物質が放出されないことや、神経伝達物質による信号の伝達のタイミングが不具合であることが原因だと考えられている。

Schekman 氏は、1970 年代から酵母を用いた研究を行い、小胞輸送の働きを制御する一連の遺伝子群を発見した²⁾。Rothman 氏は、1980 年以降の哺乳類培養細胞を用いた研究によって、細胞小器官間での物質の選択的な移動には、物質を積み込んだ小胞の表面にあるタンパク質と移動先の細胞小器官の表面にあるタンパク質とが特異的に組み合わせられることが必要だとした³⁾。Südhof 氏は、小胞が神経伝達物質を適切なタイミングで神経細胞外に放出する仕組みを解明した⁴⁾。

3 氏が研究した小胞輸送は、酵母から哺乳類まで全ての真核細胞に保存された細胞内の基本的な仕組みと言える。小胞輸送と同様に全ての真核細胞に保存された細胞内の基本的な仕組みとして、オートファジーが世界的に注目されている。オートファジーは細胞内のタンパク質分解の仕組みを差し、自食作用とも呼ばれる。オートファジーに関する研究が世界的に進められている中、日本は世界トップレベルの研究実績を誇り、今後さらに発展することが期待されている⁵⁾。小胞輸送やオートファジーといった、細胞内での物質の選択的な輸送や分解に関する研究が進むことにより、我々の生命活動が維持される仕組みが明らかになると共に、様々な疾患の発症メカニズムの解明にもつながることが期待される。

参考文献

- 1) The Nobel Prize in physiology or medicine 2013. Press release.
- 2) Novick P, Schekman R: Secretion and cell-surface growth are blocked in a temperature-sensitive mutant of *Saccharomyces cerevisiae*. *Proc Natl Acad Sci USA* 1979; 76:1858-1862. (出芽酵母の温度感受性変異体では、分泌と細胞表面の成長が阻害される)
- 3) Balch WE, Dunphy WG, Braell WA, Rothman JE: Reconstitution of the transport of protein between successive compartments of the Golgi measured by the coupled incorporation of N-acetylglucosamine. *Cell* 1984; 39:405-416. (N-アセチルグルコサミンの共役組込みによって測定した、ゴルジ装置の連続的な隔壁間におけるタンパク質輸送の再構成)
- 4) Perin MS, Fried VA, Mignery GA, Jahn R, Südhof TC: Phospholipid binding by a synaptic vesicle protein homologous to the regulatory region of protein kinase C. *Nature* 1990; 345:260-263. (プロテインキナーゼCの調節領域に相同なシナプス小胞タンパク質によるリン脂質結合)
- 5) 文部科学省科学研究費補助金 (研究領域提案型) 平成 25 年度～平成 29 年度、オートファジーの集学的研究 分子基盤から疾患まで (領域長 水島昇): <http://www.proteolysis.jp/autophagy/>

(2) 物理学賞

François Englert : (ベルギー) ブリュッセル自由大学 (ULB)

Peter W. Higgs : (英) エジンバラ大学

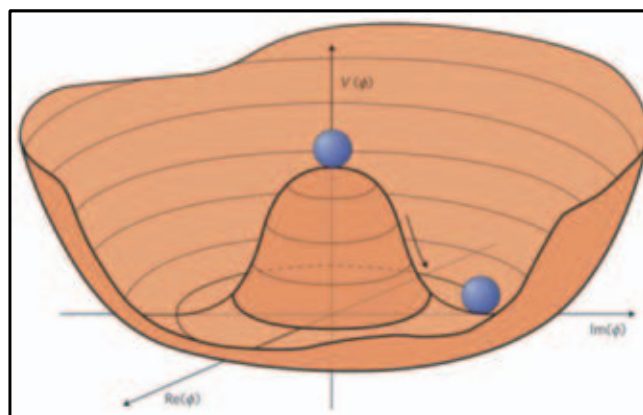
受賞理由

「素粒子に質量を与えるメカニズムの理論的発見」に対して

1964 年に、Englert と Higgs の両氏は、南部理論を発展させて対称性が自発的に破れた状態 (図表 1) では素粒子が質量を獲得することを理論的に発見し、今回の受賞理由となった¹⁾。

1960 年に発表された南部理論において、対称性が自発的に破れた状態では、本来ゼロであるべき真空期待値が有限の値を持ち、かつ対称性の破れを補う南部・Goldstone 粒子が発生する²⁾。Englert と Brout は、この粒子とゲージ場 (例えば電磁場) との相互作用を用いて、質量を獲得した粒子に南部・Goldstone 粒子が吸収されることを発見した³⁾。

図表1 対称性が自発的に破れた状態



出典：参考文献1

また、Higgs は Englert-Brout の理論を応用して、粒子の質量発生を明確に表す運動方程式を導いた⁴⁾。この時に有限の真空期待値を持つ粒子を一般的に「Higgs 粒子」と呼ぶ。これらの2つの論文により、素粒子が質量を獲得する基本的なメカニズムが初めて明らかになったことが、今回のノーベル賞の理由となった。

その後、電磁力と弱い力が統合されて電弱理論が完成し、さらにクォークの発見によって強い力も統合され、重力を除く3つの力が統一された標準理論が完成した。標準理論は、宇宙の初期には、電磁力、弱い力、強い力、重力の4つの力は同じものであったが、相転移により真空の対称性が破れて4つの異なる力になったことを強く示唆する。この時に、対称性の破れに伴って標準理論における「Higgs 粒子」の発生が理論的に予言され、その Higgs 粒子の存在により素粒子が質量を持つ理由が説明される。これが Higgs 粒子を「神の粒子」とも呼ぶ所以である。

2008年に稼働した CERN（欧州原子核研究機構）の LHC（大型ハドロン衝突型加速器）を用いて、ATLAS と CMS の2つの国際チームが独立に Higgs 粒子の探査を行ってきた。ATLAS には多くの日本人研究者も参加し、またその中核となる検出器には浜松ホトニクス社の SSD（シリコンストリップディテクター）ならびに光電子増倍管が使用された。さらに日本企業15社が ATLAS、CMS、LHC に貢献した。Higgs 粒子は、発生後直ちに、複数のモードで崩壊する。例えば、2個の γ 線への崩壊や、弱い力を媒介する2種類のウィークボゾンを経由して4個のレプトン（電子など）への崩壊である。2012年7月に、2つのチームはこれらの崩壊過程の観測によって Higgs 粒子の質量は 125 GeV であることを示し、Higgs 粒子の存在が確定した⁵⁾。

Higgs 粒子の存在が確認されたことにより、素粒子が質量を持つ理由が明らかとなり、標準理論の証拠の一つとなった。

参考文献

- 1) “Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2013” Nobelprize.org. 8 Oct 2013 : http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/advanced-physicsprize2013.pdf
- 2) Y. Nambu, “Quasi-Particles and Gauge Invariance in the Theory of Superconductivity,” Phys. Rev. 117, 648 (1960)
- 3) F. Englert and R. Brout, “Broken Symmetry and the Mass of the Gauge Vector Mesons,” Phys. Rev. Lett. 13, 321 (1964)
- 4) P.W. Higgs, “Broken Symmetry and the Mass of the Gauge Bosons,” Phys. Rev. Lett. 13, 508 (1964)
- 5) “CERN experiments observe particle consistent with long-sought Higgs boson,” CERN press office, 2012 Jul. 4 : <http://press.web.cern.ch/press-releases/2012/07/cern-experiments-observe-particle-consistent-long-sought-higgs-boson> および科学技術動向 No.131, 2012年9・10月 p.8 「CERN がヒッグス粒子探査の最新状況を発表」

(3) 化学賞

Martin Karplus : (仏) ストラスブール大学

Michael Levitt : (米) スタンフォード大学

Arieh Warshel : (米) 南カリフォルニア大学

受賞理由

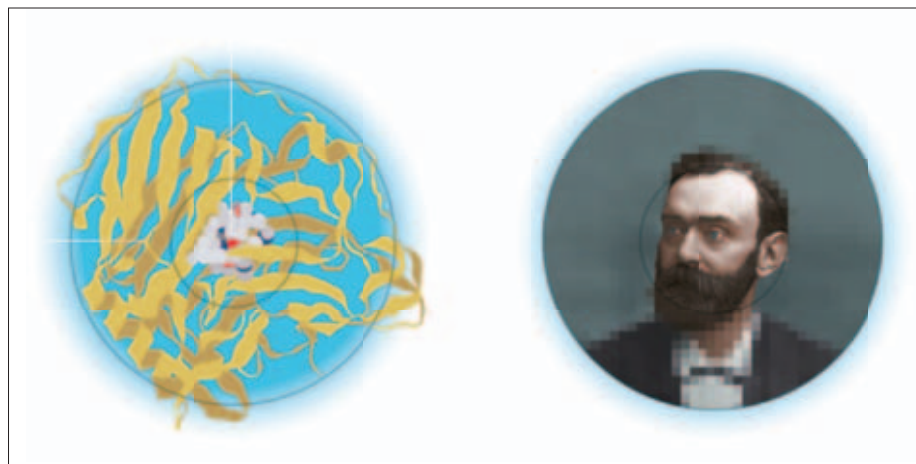
「複雑な化学システムにおけるマルチスケールモデルの開発」に対して

2013 年のノーベル化学賞は、コンピュータ計算によりタンパク質などの複雑な生体高分子の構造や挙動を把握する基盤を作り上げた功績に対して与えられた。

コンピュータを用いて化学反応を解明する研究は、コンピュータの歴史とともに発展した。古典力学を用い、原子を球体、化学結合を伸縮するバネとみなしてその安定点等を計算する分子力学法 (Molecular Mechanics method MM 法) によって、分子の大まかな挙動を比較的簡単に計算できるようになった。一方、分子の局所レベルで化学反応を詳細に解析するためには、量子力学的 (Quantum Mechanics method QM 法) に電子の挙動 (存在確率等) を細かく計算する必要があるが、福井謙一博士を筆頭とする日本の量子化学の発展が本手法の開発にも貢献してきた。一見量子力学の手法の登場によって、あらゆる反応を詳細に解明することが可能になったように見えるが、実際には分子サイズや化合物が増えると計算量が膨大になり、生体分子などには現実的には応用できないという課題を抱えていた。

Karplus 博士らは 1970 年代、まだコンピュータプログラムが紙にパンチ穴を開けて作成されていた頃より計算による化学反応の解明に取り組み、古典力学と量子力学それぞれの長所を取り入れて、従来は難しいとされてきた複雑な生体高分子の構造や挙動を、手段を使い分けて (マルチスケールで) 掴んだ。すなわち、化学反応に寄与する重要な局所を量子力学の手法で厳密に計算し、それ以外は古典力学的に粗く解く手法 (QM/MM 法) で解いた。(図表 1) 1975 年に Levitt 博士と Warshel 博士は、巨大で複雑な生体分子であるウシすい臓トリプシン阻害剤 (BPTI) ペプチドの折り畳み挙動に対して、分子内の特定の原子集団 (原子団) をさらに大きな球に見立てて粗視化したモデルを用いて、コンピュータ上でシミュレーションすることに成功した。なお、複合的にシミュレーションを行って、化学反応を読み解くという研究においては、京都大学福井謙一記念研究センターシニアリサーチフェローの諸熊奎治博士 (分子科学研究所名誉教授、エモリー大学名誉教授) の貢献が大きく、ノーベル賞プレス記事においても貢献者として紹介されている。

図表 1 QM/MM 法のエッセンスを示す図。写真において人物を認識するためには中心の顔が詳しく分かれば、その周りはボケていても良い。同様に生体反応においても重要な局所を詳細に掴めれば周りの計算は粗くても反応の解明に大きな影響はない。



出典：参考文献 1

量子力学的手法と古典力学的手法は計算機化学での利用において競合する時期があり、また、コンピュータを利用した化学反応の詳細な解明は現実的には難しいと考える研究者も多かった。本研究は、単に科学研究を発展させたのみならず、いわば、相対するパラダイムの協調によって固定観念を覆す新時代を切り拓いたという側面を持つ。ノーベル賞プレス記事では、古典力学を象徴するニュートンとリンゴ、量子力学を象徴するシュレディンガーの猫を使ったイラストを用いて、その背景をユーモラスに表現している。(図表2)

図表2 古典力学的手法と量子力学的手法の競合と協調をイメージしたノーベル賞プレス記事の図



出典：参考文献2

参考文献

- 1) "The Nobel Prize in Chemistry 2013 - Press Release". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2013. Web. 22 Oct 2013.:http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2013/press.html
- 2) 2013 ノーベル化学賞解説講演会「理論化学者の生命へのアプローチ：人、エポック、大河の流れへ～」, 第3回 CSJ 化学フェスタ 2013, 2013年10月21日, タワーホール船堀.
- 3) 【速報】ノーベル化学賞2013は「分子動力学シミュレーション」に！. 化学者のつぶやき.: <http://www.chem-station.com/blog/2013/10/2013-1.html>

欧州のハイパフォーマンスコンピューティング戦略とその実現に向けた動き

野村 稔

概 要

現在、ハイパフォーマンスコンピューティング（HPC）が、科学技術面、あるいは経済面で各国の将来に影響を及ぼすという認識が定着してきている。

EC は、2020 年までに HPC システムとサービスの供給・利用において世界のリーダーシップをとることを目指すとし、次の 3 つの柱の連携による推進を図ることを検討している。それらは、(1) エクサスケールに向けた次世代の HPC（に関わるテクノロジー）を開発すること、(2) 産業界とアカデミアに最良の HPC インフラストラクチャへのアクセスを提供すること、そして (3) 欧州が重要と位置付ける領域での、科学と産業向けのアプリケーションにおける優位性を確保することである。

欧州では、HPC 能力の向上を重要視しており、利用可能な全システムの性能合計の増強とその有効な活用の実現に向けて、欧州各国の協調のもと統合的な活動を進めている。

EC が検討中の HPC 戦略の具体化では、欧州の実情に基づいた課題克服への動き、HPC エコシステム全体による取組み、全体に共通してみられる協調の姿勢、PRACE 1.0 の実績を踏まえた拡充、HPC の活用を支える CoE の創設、コーデザインの重視などが注目できる。

キーワード：ハイパフォーマンスコンピューティング，HPC，スーパーコンピュータ，欧州，PRACE，ETP4HPC，CoE，国際戦略，国際連携

1 はじめに

現在、世界中でハイパフォーマンスコンピューティング（HPC）が、科学技術面、あるいは経済面で各国の将来に影響を及ぼすという認識が定着してきている。HPC とは、自然現象のシミュレーションや生物構造の解析など、非常に計算量が多く高性能な計算が要求される処理のことである。EC は、2020 年までに HPC システム（HPC を行うためのスーパーコンピュータ）とサービスの供給と利用において世界のリーダーシップをとることを目指すというビジョンのもとでその具体化にむけて活動している。

EC は、2012 年に「High-Performance Computing: Europe's place in a Global Race」¹⁾にて、「欧州は HPC のアプリケーション、および高度なソフ

トウェア・サービスの開発に強さを持っているにもかかわらず、EU の HPC サプライヤの 2009 年の市場シェアは 4.3% しかない。ほとんどの EU の HPC メーカーは姿を消しており、米国製のスーパーコンピュータが EU 市場の 95% を占有している。EU は科学的・工学的なソフトウェアで成功した多くの企業をもち、並列ソフトウェア開発では多くの重要な分野で強みを有している。最先端の HPC ハードウェアは、関連するソフトウェアと密接にリンクしており、片側における消失は必然的に他方の消失につながる」と、現状の HPC 領域で欧州が置かれている状況に対して、強い懸念を示している。

そして、EC の DG CONNECT e-infrastructure の部門長は、2013 年 6 月 16 日に開催された PRACE Scientific Conference での「High Performance Computing: implementing the strategy」²⁾と題する発

表で、「欧州は、世界の他の国々に比較して利用可能な HPC 能力（全加盟国の合計）が減少している。欧州の HPC への取り組みは、多くの国々間で断片化しており、例えば、単一の EU 加盟国のどこも、エクサスケール技術を開発するための能力はない。HPC を生産できる幾つかのベンダーはあるが、外国のコンポーネントや（サブ）システムへの依存度が高い。また、欧州の知的財産権は他の国に恩恵を与えている状態にある。欧州の優位性として、①アプリケーションとコード（プログラム）、②世界クラスの欧州 HPC インフラストラクチャ、③深く多様な HPC ユーザ経験と先導的能力がある。③としては、電力効率のよいマイクロエレクトロニクス、プロセッサ設計、インターコネクトとマストレージシステム、（サブ）システム統合ソフトウェアツールがある」と欧州の HPC における課題と優位性について言及している。

さらに、世界の HPC の状況については、「米国は、『コンピュータで勝ることは、競争で勝ることと等価』という考えのもと、HPC システムの主要消費国となっている。TOP500 リスト³⁾（2012 年 11 月時点）で第 1 位の Titan（オークリッジ国立研究所）をはじめトップ 10 に 4 システムが入っており、2012 年だけでエクサスケールのために 1 億 2600 万ドルを投資し、2016 年までに 2 つの 100+ ペタ FLOPS（Floating-point Operations Per Second：1 秒間の浮動小数点演算回数）システムを計画している。

中国は、自国内の HPC サプライチェーンの開発に対し数 10 億ドルの投資をしている。次の TOP500（2013 年 6 月発行）での第 1 位システム（約 50 ペタ FLOPS の Tianhe-2）を所有し、2015 年までに 2 つの 100 ペタ FLOPS システムの開発

を計画している。

日本は、TOP500 で第 3 位（2012 年 11 月時点）の HPC システムを所有し、2013 年末までにエクサスケール計画を作成予定である。

ロシアでは、2009 年にメドベージェフ大統領（当時の）が HPC プログラムを発表し、インドでは 2012 年 3 月にインドの HPC システム用に 10 億ドルを準備すると発表している。また、中国とロシアは HPC を一つの戦略的優先分野であると宣言し、取り組みを大規模化している」と、国際競争が激化しつつある状況を示している。

本稿では、まず TOP500 リストから欧州の HPC システムの状況を概観し、HPC 領域で欧州が置かれている状況への対応として EC が検討中の HPC 戦略とその実現に向けた動きを示す。

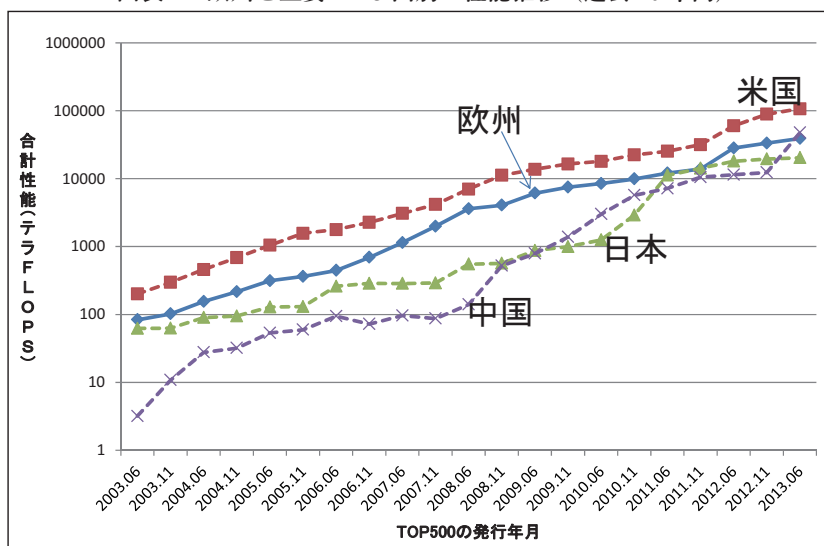
2 TOP500 リストにみる欧州の HPC システムの状況

2-1 性能の推移

図表 1 に過去 10 年の TOP500 リストにみる欧州と主要 HPC 国別の HPC システムの性能合計の推移を示す。ここで性能は、LINPACK ベンチマークの値を指し、性能合計とは 500 位までにランクされている各国のシステムの LINPACK 性能の合計値である。

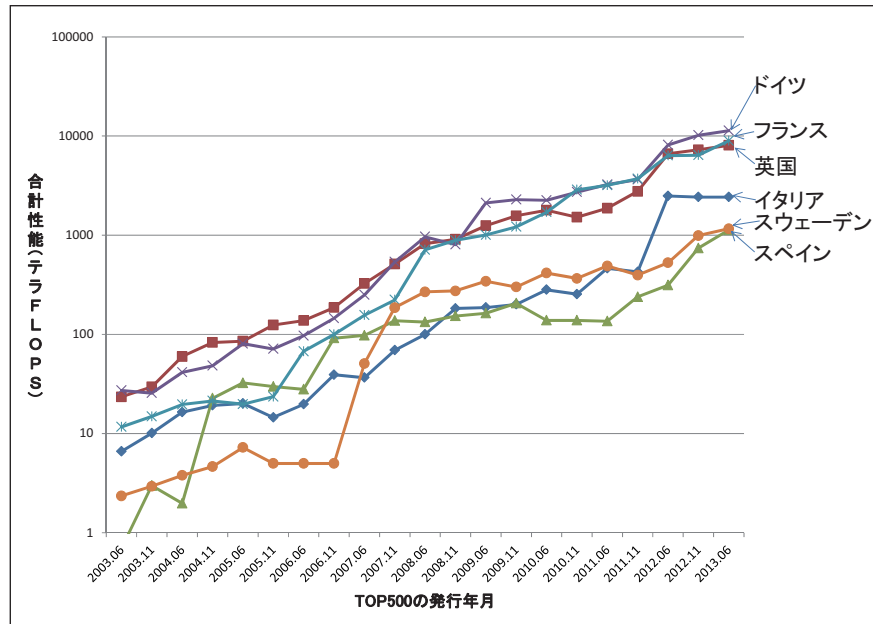
米国は 1 位を堅持しており、欧州は、長年にわたり 2 位を維持してきたが、2013 年には中国に抜

図表 1 欧州と主要 HPC 国別の性能推移（過去 10 年間）



出典：参考文献 3 を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 EUの主要HPC国の性能推移



出典：参考文献3を基に科学技術動向研究センターにて作成

かれて3位となっている。

2-2 EUの主要HPC国の性能推移

図表2にEUの主要HPC国である6か国の性能推移を示す。(欧州でみるとEU加盟国以外のロシア、スイスも主要HPC国であり、図表2でイタリアに次ぐ位置にある)

これらいずれの国々も過去大幅に性能を増加してきていることが分かる。

3 欧州のHPC戦略とその実現に向けた動き

ECは、前記の2012年の報告書¹⁾を欧州議会、欧州理事会、欧州経済社会委員会と地域委員会に提出している。その内容に対し、Competitiveness Councilの会議が2013年5月29、30日に開催され、「HPCは、EUのイノベーション能力のための重要な資産であり、EUの産業・科学・市民にとって戦略的に重要なこと、全HPCエコシステムに対応するEUレベルのHPC政策が必要であること、公的・私的を問わず全関係組織がパートナーシップをとって協働すべきこと、加盟国・EC・産業界はHPCへの適切な投資額を確保すべきこと、加盟国とECはHPCに対する優先度や計画について意見交換と情報共有をすべきこと」⁴⁾と回答されている。

これらを背景にしたECが検討中のHPC戦略とその実現への動きを、参考文献2を中心とし、その他関連情報を補完して以下に示す。

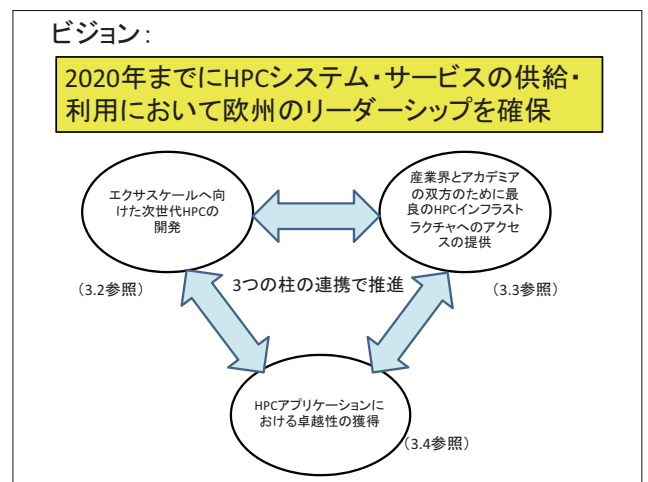
3-1 ビジョン

2020年までに、HPCシステムとサービスの供給および利用において欧州のリーダーシップを確保する。その達成のために、3つの大目標(3つの柱)を設定し、相互の連携で遂行することとしている(図表3)²⁾。

また、これらを支える高度なHPC人材育成環境が重要であるとしている。

以下、各々の柱について概要を示す。

図表3 ビジョンと遂行方針



出典：参考文献2を基に科学技術動向研究センターにて作成

3-2 エクサスケールへ向けた次世代 HPC の開発

エクサスケールに向けた次世代 HPC（に関わるテクノロジー）を開発することを目標としている。そして、約 10 年以内にエクサスケールシステムを構築するための自主テクノロジー（autonomous technology）開発に欧州ワイドで取り組むこと、エクサスケールコンピューティングへの移行には基礎科学とテクノロジー開発が必要であり、これらは欧州にとって機会創出につながることを挙げている。さらに、このような先端的な HPC は約 5 年以内に商用製品につながり、波及効果が高いことも述べられている。

具体的な内容として、システムアーキテクチャから、高度なソフトウェアやツールおよび革新的なアプリケーションなどの全体の領域をカバーする研究開発（システムソフトウェア、ファイルシステム、コンパイラ、プログラミング環境、ツール、アルゴリズムなどを含む）、および、仕様に従ったプロトタイプシステムを提供することを挙げている²⁾。

この推進の主要な役割を担っているのが、European Technology Platform for High Performance Computing (ETP4HPC)⁵⁾ である。ETP は、産業界主導のフォーラムであり、主な HPC テクノロジーの供給者、および HPC 研究に携わっている研究センターを構成メンバーとしている。そして、EU の成長・競争力・持続可能性の実現のために、中長期的にみて主要とされる研究およびテクノロジー進歩を必要とする多くのテクノロジー研究に対して、ステークホルダーが研究の優先順および行動計画を定義するためのフレームワークを提供することとしている。そして、EU の産業界における研究課題の調整を図ることを視野にしている。

ETP4HPC は、2013 年 2 月に「Strategic Research Agenda (SRA)」(第 1 版)⁶⁾ を発行している。SRA 作成の目的は、HPC テクノロジーに対する欧州の研究プログラムの実現に向けたロードマップを定義することである。SRA は、産業界の HPC ユーザ、独立系ソフトウェアベンダー (ISV) など、欧州の HPC 領域における関連組織や団体などとの協議によって開発された。関係者としては約 130 人の記載がある。

SRA には、HPC 主要領域の研究として 6 領域がとりあげられ、各領域はいくつかの項目に細分化されて優先度が検討されている。そしてそれらをマイルストーンとして示している。また、その他の補完領域でのアクションも合わせて記載されている（図表 4）。今後は、SRA のロードマップを基に具体化の議論が進められていくことになるだろう。

3-3 産業界とアカデミア双方のために最良の HPC インフラストラクチャへのアクセス提供

世界クラスの HPC 能力とサービスを提供し、それにより科学と産業（中小企業を含む）における競争力を強化することが目標である。その背景として、科学的なブレイクスルーの最前線にとどまり、産業の革新的な能力を強化するためには、計算とシミュレーションへの要求がかつてないほど増大していることを挙げている。そして、欧州の最高レベルの研究者が、HPC インフラストラクチャの所在地やユーザの場所に関係なく、世界クラスの HPC システムにアクセスできることを目指している²⁾。

HPC の開発は、長い間、加盟国の自国の事業として扱われてきていたが、最近、研究者や産業界の HPC の重要性の高まりだけでなく、国際的な競争力の維持に必要とされる投資の指数関数的な上昇により、「Europeanisation」が全ての人々にとっ

図表 4 SRA で記載されている内容

HPC 主要領域の研究(マイルストーンに記載された項目数)
•HPC システムアーキテクチャとコンポーネント(11)
•システムソフトウェアと管理(24)
•プログラミング環境(24)
•エネルギーと弾力性 (resiliency) (24)
•計算、I/O、ストレージ性能のバランス(11)
•ビッグデータと HPC 利用モデル(8)
その他補完領域でのアクション
•HPC サービス
•独立系ソフトウェアベンダー (ISV)
•HPC テクノロジーの供給者の中小企業
•教育と訓練

出典：参考文献 6 を基に科学技術動向研究センターで作成

て恩恵をもたらすという共通理解を導いた。そして、これが、長期の検討・準備期間を経て Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) (2010年に非営利団体として法人化)の設置につながっている¹⁷⁾。

PRACEは、欧州のアカデミアおよび産業界の科学者や研究者のために世界クラスのHPCサービスの永続的な提供を目指している。PRACE発足から2015年までの活動をPRACE 1.0と呼んでおり、今までに実現されたHPCインフラストラクチャと加盟国の状況を図表5に示す。PRACEを通してアクセス可能な最上位のHPCシステム(Tier-0システム)は、PRACEへ加盟しているホスティングメンバーの欧州レベルのセンターによって供給されている。PRACEの実装フェーズ(Implementation Phase)は、EUのSeventh Framework Programme (FP7/2007-2013)のファンドを受けて実行された。

Tier-0システムへのアクセスは、科学的な卓越性を採択基準にしたピアレビューを経て提供され、研究や産業利用が進められている。全Tier-0システムの合計ピーク性能値は約13ペタFLOPSとなっており、2010年以降でこれらのシステムの50億時間が提供されている。また、2010年から2015年までの予算化としては、5億3千万ユーロ(EUからの7千万ユーロを含む)が確保されている。

PRACEはさらに、そのサービスをミッドレンジのシステム(Tier-1:各国のHPCセンターが所有するTier-0システムより下位のシステム)にまで拡張しつつある。「システムと専門知識のプールと共有というPRACEのモデルは、利用可能な限られたリソースの最適利用を可能にするモデルである」ともある⁸⁾。

PRACE1.0後の活動をPRACE2.0とし、科学と産業に向けたインフラストラクチャの提供(最先端HPCプラットフォームへのアクセスの提供、全学術分野と欧州のすべての国々へ向けたオープン化)、科学と工学における高スキルで革新的な人材の育成と維持による競争力の確保、知識と専門性の共有化、高品質のサービスの提供、高度で有効なHPCエコシステムの統合を牽引することを挙げている。HPCシステムに関する計画には、2013年中にTier-1のサービス・調整を実行レベルに移すこと、2014年後半に複数の50ペタFLOPSクラスのTier-0システムを設置し、新Tier-0システムの時間割当を開始する予定が記されている⁸⁾。

3-4 HPCアプリケーションにおける卓越性の獲得

HPCインフラストラクチャをフルに活用し社会的・科学的・産業的な課題に対処するために、全領域における戦略的アプリケーションの開発・最適化・プロビジョニングを図ることも重要としている。その背景として、現在のペタFLOPSシステムを真に駆使できているのはごく少ないアプリケーションであるとの認識がある。その改善のためには、新計算手法とアルゴリズムの開発、および、(新)アプリケーションを新しい方法で(再)プログラム化することが必要であると述べている。また、コードは、特定コミュニティ向けに個々にベストエフォートのアプローチで開発されメンテされているという実状があり、その改善が必要なことと、専門的計算知識がさらに広く利用できる

図表5 PRACE 1.0の状況

PRACEの加盟国は25。Tier-0システムを保有するホスティングメンバー(4か国)とその他21か国からなる(2013年6月時点)

・ホスティングメンバー	イタリア、スペイン、ドイツ、フランス
・ジェネラルパートナー	アイルランド、英国、オーストリア、オランダ、キプロス、ギリシャ、スイス、スウェーデン、スロベニア、セルビア、チェコ、デンマーク、ノルウェー、ハンガリー、フィンランド、ブルガリア、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、イスラエル、トルコ

Tier-0システムは6システムで、詳細は以下の通り(2013年6月時点)

名称	スーパーコンピュータ	HPCサイト	国名	ピーク性能 (ペタFLOPS)	TOP500順位 (2013.6)
JUQUEEN	IBM BlueGene/Q	Forschungszentrum Juelich (FZJ)	ドイツ	5.0	7
SuperMUC	IBM iDataPlex DX360M4	Leibniz Rechenzentrum	ドイツ	2.9	9
HERMIT	Cray XE6	HWW/Universitaet Stuttgart	ドイツ	0.8	32
CURIE	Bull Bullx B510	CEA/TGCC-GENCI	フランス	1.4	15
MareNostrum	IBM iDataPlex DX360M4	Barcelona Supercomputing Center	スペイン	0.9	29
FERMI	IBM BlueGene/Q	CINECA	イタリア	1.8	12

出典：参考文献8他を基に科学技術動向研究センターにて作成

必要があることも挙げられている²⁾。

HPC アプリケーションにおける e-Infrastructure の CoE を設立して推進することとしている。そして、欧州にとって最も重要な科学・産業領域（学際的アプローチ）とコーデザインにフォーカスすべきであると記載されている。そして、限られた数の CoE をサポートすることや、対象とするトピックスは広く公募で選択すること、アプリケーションの所有者あるいはユーザ主導のガバナンスの構築などが検討されている²⁾。

前記の EC が提出した報告書¹⁾の具体化に向け、2012 年 10 月 18 日に EC 主催によるワークショップが開催されて、約 15 人の HPC コミュニティの代表者が参加し、CoE の目的、役割、デザイン、組織などを議論して EC に提言している⁹⁾。図表 6 に、議論された CoE の姿をワークショップの内容から抜粋して示す。

中でも重要と位置づけるコーデザインについては、最先端の HPC 開発にとって必須であり、CoE 間でプロジェクトベースに実行されるだろうとしている。そして、システムソフトウェア、エネルギー効率のよいコード、およびメモリ階層のような課題をもカバーすべきであること、産業界の参加のためには適切な知的財産権の保護が必要なことも指摘されている⁹⁾。

今後、このワークショップでの提言を活かした具体化が進められていくことになろう。

以上、これらの遂行には官民のパートナーシップが必須であり、ETP4HPC によって contractual Public-Private Partnership (cPPP) のプロポーザル¹⁰⁾が提出されている。

4 おわりに

EC の DG Information Society は、米国の調査会社である IDC に欧州における HPC 戦略の調査を依頼し、2010 年 7 月に報告書¹¹⁾が作成されている。ここには欧州の強い点、弱い点、今後の方向性が提示されており、この報告内容が EC が検討中の HPC 戦略の根拠になっていると考える。EC は、HPC への投資に対して「2009 年の欧州全体でのハイエンドな HPC リソースへの投資規模は 6 億 3 千万ユーロであり、グローバルな競争下で HPC システムとサービスを維持するには不十分である。年間で 12 億ユーロに倍増すべきである」¹⁾と言及しており、欧州全体での財政的支援を呼びかけている。また、2013 年 10 月 10 日に PRACE が発行した特別レポート「Supercomputers for all」でも、EC は、欧州の HPC 投資への増額が必要なことおよび HPC で勝るには一つの戦略（前記した 3 つの柱）のもとでの総合的なアプローチが必

図表 6 議論された CoE の姿

項目	内容
目的	<ul style="list-style-type: none"> 科学的発見と産業競争力の中心として計算科学を位置付ける 他の HPC センターが対象とするマスマーケットの支援より、むしろ科学と産業アプリケーションの双方のための最先端ソフトウェアおよび関連の専門知識とスキル開発・サポートに焦点を絞る
特性	統合、学際的、科学指向であること <ul style="list-style-type: none"> 統合：単に HPC ソフトウェアのみを対象とするのではなく、関連するハードウェア、データ、ストレージ、コネクティビティ、セキュリティ等を包含する 科学指向：CoE は科学をベースにすべきだが、必ずしも単に純粋なアカデミック研究をサポートするだけではない。アカデミックな研究者のニーズだけに基づくセンターは、産業界のニーズを満たせない。CoE の幾つかは、社会的な課題への対応のために産業界の関与がキーとなりうる。バリューチェーン内の活動にフォーカスすることが必要
構成	4 つの主要なセンタータイプと取り組み内容 <ul style="list-style-type: none"> vertical/thematic: 特定分野またはアプリケーション領域 generic/transversal: 計算科学の基礎的および/または横断的な側面 pure science: 科学的/社会的な研究課題 industrial/sectoral: 産業セクターまたはバリューチェーン向けの研究課題
主要なアプリケーション/テーマ領域	<ul style="list-style-type: none"> 医療&ライフサイエンス; 天候、気候 & 固体地球科学; 産業用アプリケーション & エンジニアリング科学; 材料科学; 化学とナノサイエンス; 天体物理学、高エネルギー物理学、プラズマ物理学など パーソナライズドヘルス、またはクリーナープロダクションなどの社会的/産業的な課題も指向 横断的観点(数値計算手法、アルゴリズム、性能分析、プログラミングモデルなど)は、全領域を支える共通のプラットフォームの提供に重要であり、それら専門の CoE の設置が効率的である
サービス	ポテンシャルサービス <ul style="list-style-type: none"> HPC アプリケーションのサポート、HPC アプリケーションの研究、コミュニティの形成、コーデザイン活動、品質保証、訓練と技術開発

出典：参考文献 9 を基に科学技術動向研究センターにて作成

要なことを再度強調している¹²⁾。今後の推進に関しては、2013 年末までに HPC 戦略の実現に向けた EC の計画が発表予定で、Horizon2020 の最初の Workprogramme への採用を目指していること、そして、2015 年までに欧州理事会 (Council) に HPC 戦略の進展についての報告を予定している²⁾。

EC が検討中の HPC 戦略の特徴は、欧州が優位性ありと認識しているソフトウェア面だけでなく、HPC サプライチェーン全域に渡る活性化を

指向していることであり、エクサスケールの HPC の実現という動きの中に、その機会があるとみていることである。そして、その HPC 戦略の具体化では、欧州の実情に基づいた課題克服への動き、HPC エコシステム全体による取組み、全体に共通してみられる協調の姿勢、PRACE 1.0 の実績を踏まえた拡充、HPC の活用を支える CoE の創設、コーデザインの重視などが注目される。

参考文献

- 1) EUROPEAN COMMISSION 「High-Performance Computing: Europe's place in a Global Race」、Brussels, 15. 2. 2012 COM (2012) 45 final
- 2) Kostas Glinos, Head of Unit, eInfrastructures, European Commission 「High Performance Computing: implementing the strategy」 2013 年 6 月 16 日、PRACE Scientific Conference
- 3) TOP500 : <http://www.top500.org/>
- 4) 「Conclusions on 'High Performance Computing: Europe's place in a Global Race」、3242nd COMPETITIVENESS (Internal Market, Industry, Research and Space) Council meeting Brussels, 29 and 30 May 2013
- 5) ETP4HPC : <http://www.etp4hpc.eu/about-us/who-we-are/>
- 6) ETP4HPC Strategic Research Agenda Achieving HPC leadership in Europe : http://www.etp4hpc.eu/wp-content/uploads/2013/06/ETP4HPC_book_singlePage.pdf
- 7) 野村稔「欧州におけるペタスケールコンピューティングの動向」科学技術動向、No.79、2007 年 10 月号
- 8) Sergi Girona, Chair of the Board of Directors and Managing Director, PRACE 「Partnership for Advanced Computing in Europe」 2013 年 6 月 16 日、PRACE Scientific Conference
- 9) HPC-Centres of Excellence Workshop、2012 年 10 月 18 日 : <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/docs/hpc-report-final.pdf>
- 10) EUROPEAN COMMISSION 「Public-private partnerships in Horizon 2020 : a powerful tool to deliver on innovation and growth in Europe」、Brussels, 10. 7. 2013 COM (2013) 494 final
- 11) A Strategic Agenda for European Leadership in Supercomputing: HPC 2020 — IDC Final Report of the HPC Study for the DG Information Society of the European Commission
- 12) PRACE Special Report 「Supercomputers for all - The next frontier for high performance computing」、2013 年 10 月 10 日 : http://www.prace-ri.eu/IMG/pdf/prace_report_october_2013.pdf

執筆者プロフィール



野村 稔

科学技術動向研究センター 客員研究官

企業にてコンピュータ設計用 CAD の研究開発、ハイパフォーマンス・コンピューティング領域、ユビキタス領域のビジネス開発に従事後、現職。スーパーコンピュータ、ビッグデータ、半導体技術、LSI 設計技術等の科学技術動向に興味を持つ。

災害情報伝達媒体としてのデジタルサイネージ利用の動向

蒲生 秀典

概要

近年、デジタルサイネージが駅や電車内などの公共スペースあるいは店舗などに急速に普及し、新しい情報媒体として、世界的な市場の拡大が見込まれている。しかしながら東日本大震災では、情報伝達手段としては十分機能せず、震災後の節電要請時には多くの表示機器が停止を余儀なくされた。震災後、国は災害時の情報伝達手段の多様化を軸とする整備を推進し、デジタルサイネージも重要な媒体の1つとして掲げている。防災無線を補完する視覚による情報伝達が可能であり、最近では多言語に対応したものや、音や香りなどの五感に訴えるサイネージも開発され、高齢者・障害者・外国人などの災害弱者への対応にも優れた媒体として注目される。

次世代 Web 技術により、スマートテレビ、スマートフォン、タブレット、カメラ、センサなどが共通フォーマットとなり、広義の「デジタルサイネージ」として機能することが期待される。こうした方向性を踏まえ、災害時の利用を考慮した情報システムの構築と国際標準化を推進するとともに、軽量かつ低消費電力、高い視認性、あるいは発電・蓄電機能を併せ持つディスプレイ端末の研究開発により災害時利用の拡大を図っていくことが求められる。

キーワード：デジタルサイネージ，災害情報，災害弱者，国際標準化，低消費電力ディスプレイ

1 デジタルサイネージの現状

近年、デジタルサイネージが都市部を中心に、店舗やオフィスの他、駅や電車内、空港、病院、郵便局、役所などの公共スペースに急速に普及し、新しい情報媒体として、世界的な市場の拡大・普及が見込まれている¹⁾。

最近の国内における主な設置例を図表1に示す。設置場所や曜日・時間帯に応じた広告や情報伝達ができることが特徴で、例えばトレインチャンネル²⁾では、停車駅案内や運行状況と併せて、曜日や時間帯、あるいは女性専用車に対応した広告を流すなど、テレビを上回る宣伝効果が得られるメディアとなっている。さらに最近では、双方向のやり取りができるものや、多言語への対応が可能なものも設置されている。

システム、コンテンツ、広告収入を含めたデジタルサイネージの国内市場は、2012年は823億円で、2020年にはその約3倍が見込まれ³⁾、世界では、2010

図表1 国内のデジタルサイネージの設置例



年の約 6.8 億ドルが 2015 年には倍増すると予測されている。また、2010 年には世界市場の 45 % を北米が占めていたが、2015 年にはアジア・太平洋地域で 34% まで市場が拡大する。特に中国は北京オリンピックや上海万博を契機に市場が拡大し、アジア太平洋地域において日本とともに巨大な市場規模を誇る⁴⁾。

2 災害情報伝達媒体としての利用と課題

このようなデジタルサイネージの普及拡大を背景に、災害情報媒体としての有効活用が期待される。東日本大震災後、内閣府では防災基本計画において、警報等の伝達手段の多重化・多様化を盛り込んだ改訂を行った⁵⁾。また、総務省消防庁では住民への災害情報伝達手段多様化の実証実験を行い、その結果を踏まえ「災害情報伝達手段の整備に関する手引き」を公開している⁶⁾。災害時の最も有効な情報伝達手段は防災無線であるが、文字や映像など視覚による情報伝達の有効性も認識されており携帯エリアメール、ソーシャルメディア、ワンセグ放送、ケーブルテレビに並び、デジタルサイネージもその媒体の 1 つとしてあげている。

震災時に活用された例として、「丸の内ビジョン」があげられる。東京駅前の丸の内地区の複数のオフィスビルに 42~65 インチのデジタルサイネージ計 79 台が設置されている（図表 2）。3 月 11 日の地震発生後の 9 分後には、NHK 緊急放送への切り替

えが完了し、翌日の朝まで休止することなく放映、以後 1 週間 NHK 放送を続けた。その後も NHK の地震関連ニュースを配信し続けたが、3 月 22 日以降は節電対応のため、79 台中約 3 割の 24 台のサイネージを停止している⁷⁾。また宮城県南三陸町の避難所にデジタルサイネージが複数提供され、気象や生活情報の提供が行われた⁸⁾。

丸の内ビジョンのように災害情報伝達媒体として機能した例もあったが、一方で、ほとんどのデジタルサイネージは活用されず、節電要請時には停止を余儀なくされた。多くのデジタルサイネージの運用会社では、災害等非常時を想定した運用マニュアルが整備されていない、あるいは、事前に災害時に放映するコンテンツが用意されていないことが要因であった。

3 情報システムの構築と国際標準化の動向

電機メーカー、広告代理店、通信事業者、鉄道等の企業で組織されるデジタルサイネージコンソーシアムは、震災後、事業者や運営主体者に向けた「災害・緊急時における運用ガイドライン」⁹⁾を公表している。デジタルサイネージの特性を活かし、図表 3 に示すように、場所と時間ごとにコンテンツを分類し、それぞれ外部メディア等から収集するフロー情報と、避難施設の経路表示や誘導などのストック情報について指針を示している。また、予備電源の確保や通信環境の二重化についても提案している。

図表 2 丸の内ビジョンの設置されているビル群と地震発生当日の様子



出典：参考文献 7 を基に科学技術動向研究センターにて作成

総務省では、平常時および災害時における公共情報伝達のためのデジタルサイネージプラットフォーム構築について議論しており、公共情報コモンズ¹⁰⁾を活用した官民共同利用型プラットフォームの運用ガイドラインの策定を目指している(図表4)¹¹⁾。これは災害時だけでなく、気象情報や、交通機関の運行状況など、平常時の情報の伝達にも利用できる。一方、デジタルサイネージシステムは、これまで

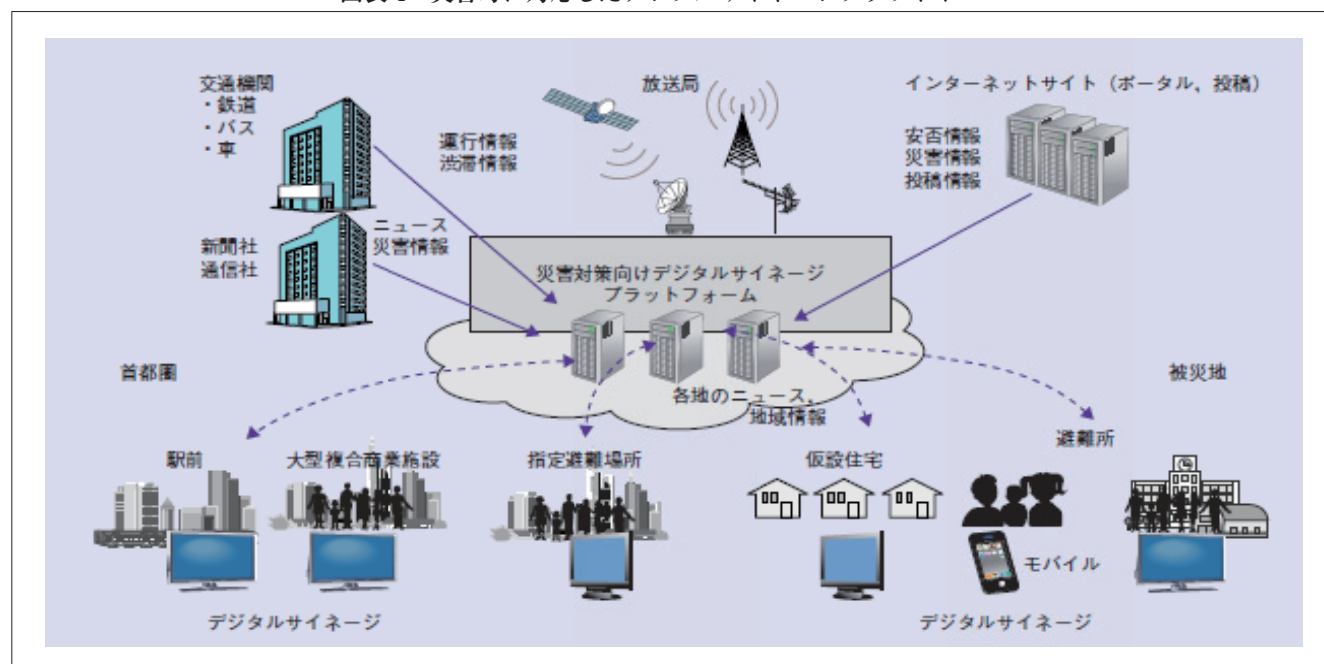
の専用システム(第1世代)から、ネットワークを活用した遠隔制御型システム(第2世代)へ、さらに次世代 Web 技術を適用したシステム(第3世代)へと進展している。次世代 Web 技術(HTML5)では、文書のデザインのみならず、グラフィックスや通信、データベース等の機能が標準化され、すべてのブラウザに標準実装される。これにより、ブラウザがスマートフォン、タブレット、スマートテ

図表3 災害時にデジタルサイネージで提供する場所と時間別の情報コンテンツ

	災害前	災害時	復興初期
被災地	災害情報予測情報	避難場所情報 避難誘導・指示 災害情報(ローカル) 災害情報(全国)	安否情報 被災地におけるニーズ 未取材 (現時点では自重) 生活密着情報?
準被災地		帰宅情報 運行情報(交通機関) 災害情報(全国) 災害情報(ローカル)	運行情報(交通機関) 計画停電・放射線情報 パニック・風評対策 準被災地・安全地域の区分が要らないコンテンツ 支援のよびかけ 公共広告 お悔やみ・お見舞い・励まし広告 安否情報
安全地域		災害情報(全国)	

出典：参考文献9

図表4 災害時に対応したデジタルサイネージプラットフォーム



出典：参考文献11

レビ等の様々なデバイス共通のアプリケーションプラットフォームになり、デバイス毎のアプリケーションの作成は不要となる。すなわち、それぞれのデバイスのディスプレイがデジタルサイネージとして機能するようになる。これまでは、メーカー毎に独自の仕様で災害発生時の情報を切り替えて提供しているが、次世代 Web 技術では端末によらず、汎用的な仕様を活用することで、統一的でスムーズな情報提供が行えるようになる。さらに、既にある豊富なインターネット上のコンテンツとの連携ができるため表現力の向上も期待できる¹²⁾。

国ではデジタルサイネージを国際標準化推進の重点分野の1つとして、コンソーシアムが中心となり標準化を推進している。現在、国際電気通信連合 (ITU) などの各国政府間合意により制定される「デジタル標準」と、関連企業が合同で企画し策定する「フォーラム標準」の双方での標準化を進めている。2011年3月にITUの委員会において、日本のメーカーからの共同提案により標準化作業が開始され、翌2012年7月にITU-TH.780¹³⁾が勧告されている。その内容には、アーキテクチャやコンテンツ配信、セキュリティ、ネットワーク、メタデータ、データの入出力インターフェイス等の基本的な要件が記載されている。一方 Web 技術の国際標準化団体である W3C (World Wide Web Consortium) フォーラムでは、日本人を議長とする Web-based Signage Business Group を新設、標準化に向けた議論が開始され、2012年6月には W3C で初めてのデジタルサイネージに関するワークショップが日本で開催されている¹⁴⁾。なお、震災を踏まえた災害・緊急時に対応したプラットフォーム (図表4) を含めた標準化については、ITU では2014年、W3C では2015年の勧告を目指している。

日本に並んでデジタルサイネージが普及している韓国では、デジタルサイネージを ICT トrend の中の一つとして位置づけ、その市場拡大を政府が後押しし、モバイル、スマートテレビ、テレスクリーンを3大新成長 IT 融合エコシステムとする方針を示している。2012年には通信事業者、メーカー、広告会社からなるテレスクリーン協会が設立され、これを国の機関である放送通信委員会が支援し、関連産業界の協力が進められている。多様な形態の野外映像や広告技術を標準化する作業が進められる予定である。

世界最大の市場を持つ米国では、POPAI (Point-Of-Purchase Advertising International) において、デジタルサイネージの仕様セットの規定、スクリーンメディア形式等、広告コンテンツに関する規格化を行っている。DPAA (Digital Place-based

Advertising Association) においては、広告露出効果を測定するための視聴者測定ガイドラインを発表するなど、フォーラムでの規格化・標準化活動を行っているが、サイネージシステムのアーキテクチャを対象とした標準化の検討は行われていない⁴⁾。

4 情報ディスプレイ端末の研究開発の必要性

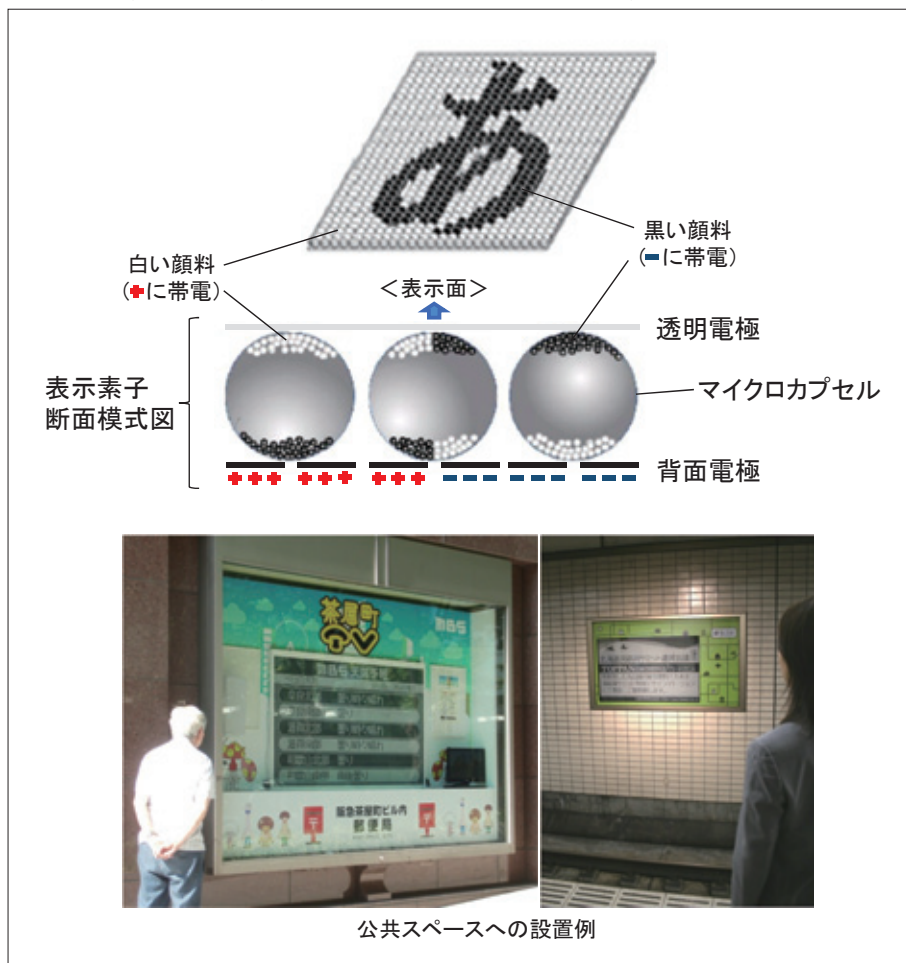
災害時に対応したデジタルサイネージの情報通信システムやコンテンツに関するプラットフォームの整備が加速する中、マンマシンインターフェースである情報ディスプレイ端末に関しても、避難所や帰宅困難者が集まる場所など、災害時利用を想定したハードウェアの研究開発が求められる。

震災後、停電・節電時に対応したデジタルサイネージの開発も進められ、太陽電池¹⁵⁾、蓄電池、風力発電機¹⁶⁾を備えたサイネージ、あるいは、デジタルサイネージを搭載した自動販売機を用いた災害情報伝達システム¹⁷⁾も実証または実用化されている。また、最近では視覚情報だけでなく、非常に薄いスピーカーを内蔵した音のサイネージ¹⁸⁾や香り¹⁹⁾など五感に訴えるものも開発されており、高齢者や障害者などの災害弱者に有用な情報伝達手段として期待される。

デジタルサイネージ用のディスプレイには、大型のものにはLED (発光ダイオード)、プラズマ、プロジェクション、有機EL (エレクトロ・ルミネセンス)、中・小型には液晶ディスプレイが一般的に使用されている。しかしながら、中型 (40 インチ) 以上では消費電力がいずれも 100 W 以上と大きいため、省電力化が課題となっている。

電子ペーパーサイネージは、震災前から公共機関での実証試験が実施され、その有効性が示されているが、現状ではカラー化が難しいため、一般広告用としてはあまり普及していない。しかしLEDビジョンの1/150、液晶およびプラズマディスプレイの1/20以下の6W程度の低消費電力で動作し、ペーパーメディアと同等に視認性が高く、大型化が容易で軽量である特徴を持つことから、特に災害時用途に適した情報ディスプレイ端末として注目される。白黒の顔料を用いるためバックライトが不要で、メモリー性があるため画像の保持には電力は不要、画像の書き換え時のみ電力を使用する (図表5)²⁰⁾。低消費電力であるため太陽電池や蓄電池を備えれば、長期間の継続動作が可能である。

図表5 低消費電力の電子ペーパーサイネージの表示原理と適用例



出典：参考文献 20 を基に科学技術動向研究センターにて作成

5 まとめと提言

「科学技術イノベーション総合戦略」(2013年6月7日閣議決定)²¹⁾では、革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用の中で、「超低消費電力型シートディスプレイの開発」をあげており、省電力化および軽量・薄型・壊れにくいディスプレイの実現を目指している。これらの特性は、災害時にも有用であり、例えば電子ペーパーサイネージなどの低消費電力のディスプレイや、発電・蓄電機能をもつデジタルサイネージなどの研究開発を推進することが有効である。さらに、電子黒板²²⁾機能を付与したディスプレイ端末を開発することにより、避難所となる学校や公民館などの公共施設へ普及も期待できる。

また、次世代 Web 技術によって将来的に共通フォーマットとなる広義の「デジタルサイネージ」において、現在先行する、日本主導による災害情報伝達媒体としての利用も考慮した国際標準化の推進も重要である。さらに、災害情報に対する認知性の向上やパニック防止、あるいは正常性バイア

ス(多少の異常事態が起こっても、それを正常の範囲内としてとらえ、心を平静に保とうとする働き)などへの対処のための認知心理学の観点からの研究も、コンテンツ開発に求められる。

2020年の東京オリンピック招致を契機として、デジタルサイネージの普及がさらに加速すると見られる。災害時・緊急時には、平常時の広告や情報の提供システムを切り替え、場所と時間に応じた有用な情報を的確にかつ効果的に提供できるよう、低消費電力ディスプレイや情報インフラの研究開発に係る施策・プログラムを推進することにより、イノベーションへ一役を担うことができるであろう。

謝辞

本稿の執筆に当たり、慶応義塾大学大学院メディアデザイン研究科 菊池尚人特任准教授、日本電信電話(株)研究企画部門 中野康司氏、(株)ジェイアール東日本企画 交通メディア開発局 山本孝氏、凸版印刷(株)事業開発センター 檀上英利氏、深美慎一郎氏に貴重なご意見を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中村伊知哉、「デジタルサイネージの動向」、情報管理、55、891（2013）
- 2) (株)ジェイアール東日本企画：<http://www.jeki.co.jp/transit/train/trainchannel/>
- 3) WEB マーケティング研究会：<http://www.webdbm.jp/column2012-2/column2013-03/3538/>
- 4) デジタルサイネージ白書：http://www.digital-signage.jp/download/2013_degitalsignage_hakusho.pdf
- 5) 中央防災会議、「防災基本計画」（平成 24 年 9 月 6 日修正）：
http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/pdf/20111227_basic_plan.pdf
- 6) 総務省消防庁防災情報室、「災害情報伝達手段の整備に関する手引き（住民への情報伝達手段の多様化実証実験）」（2013 年 3 月）：<http://www.fdma.go.jp/html/data/tuchi2505/pdf/250523-1.pdf>
- 7) 三菱地所(株)、「災害時における丸の内ビジョンについて」：http://www.soumu.go.jp/main_content/000119291.pdf
- 8) 日本気象協会：http://www.jwa.or.jp/node_59/node_1261/node_3999/
- 9) デジタルサイネージコンソーシアム、「災害・緊急時におけるデジタルサイネージ運用ガイドライン」、2013 年 6 月：
<http://www.digital-signage.jp/files/information/share/4453e781bde5aeb3e69982e9818be794a8e382ace382a4e38389e383a9e382a4e383b332.pdf>
- 10) 一般財団法人マルチメディア振興センター、公共情報コモンズ：<http://www.fmmc.or.jp/commons/>
- 11) NTT 日本電信電話(株)研究企画本部、「デジタルサイネージの標準化と災害時対応」：
http://www.soumu.go.jp/main_content/000119290.pdf
- 12) 村本健一、「デジタルサイネージの国際標準化動向」、NTT 技術ジャーナル、2012.8
- 13) ITU-T H.780.” Digital signage : Service requirements and IPTV-based architecture”
- 14) 石井他、「次世代のコンテンツ流通にかかわる W3C における標準化動向」、NTT 技術ジャーナル、2013.1
- 15) ピーディーシー(株)：<http://www.pdc-pana.co.jp/product/>
- 16) 風力・太陽光発電機搭載サイネージ：http://www.city.obu.aichi.jp/contents_detail.php?frmId=17902
- 17) 大日本印刷(株)：http://www.dnp.co.jp/news/10089558_2482.html
- 18) ヤマハ(株)：<http://jp.yamaha.com/products/soundsignage/>
- 19) NTT コミュニケーションズ(株)：<http://www.ntt.com/release/2007NEWS/0010/1017.html>
- 20) 凸版印刷(株)提供、電子ペーパーサイネージ資料、技術紹介：http://www.toppan.co.jp/denshi_paper/
- 21) 内閣府、「科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～」(2013 年 6 月 7 日閣議決定)：
<http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/honbun.pdf>
- 22) 市口恒雄、「電子黒板（インタラクティブ・ホワイトボード）導入による教育の ICT 化に向けて」、科学技術動向、2013 年 10 月号、p17

執筆者プロフィール



蒲生 秀典

科学技術動向研究センター 特別研究員

企業の研究所にてカーボンナノチューブや半導体薄膜を微細加工した微小電子源と表示・照明デバイス応用の研究に従事。その間、産総研・物材機構・大学にて外来・客員研究員として共同研究に携わる。2010 年 4 月より現職。日本学術振興会真空ナノエレクトロニクス第 158 委員会委員、表面技術協会学術委員。京都大学博士(工学)。

学術論文誌の編集体制にみる日本の研究力強化に向けた取り組みの必要性 —ナノテク・材料系ジャーナルに着目した分析—

白幡 直人 林 和弘

概 要

科学技術力は、国力を支える柱の一つとして弛むことなく発展している。これをさらに強化するために学術研究が果たすべき役割は大きい。学術研究で得られた成果は、単に世界に向けて発信するだけでなく、広く確実に認知される必要がある。なぜなら着実に認知されることが、研究成果のプライオリティ向上とグローバル環境下における優れた人材の確保に直接つながるからである。その実現に向けた一つの方策として、「影響力のある学術論文誌」へ、①研究成果を定常的に掲載し、②ある特定の研究分野を先導する特集号を編集し、③先進的な研究環境を紹介することが、重要であり、効率も良い。ところが、各々の学術論文誌において、誌面の構成は主に、チーフエディターやアソシエイトエディターといった重責を担う研究者コミュニティの裁量に委ねられている。本レポートでは、当該コミュニティが担っている運営業務を俯瞰することで、投稿者サイドではなく、学術論文誌の編集サイドが制御できる科学技術・学術情報を明らかにし、研究力のさらなる強化に向けた取り組みについて考察する。

キーワード：研究力，学術論文誌，アソシエイトエディター，インパクトファクター

1 はじめに

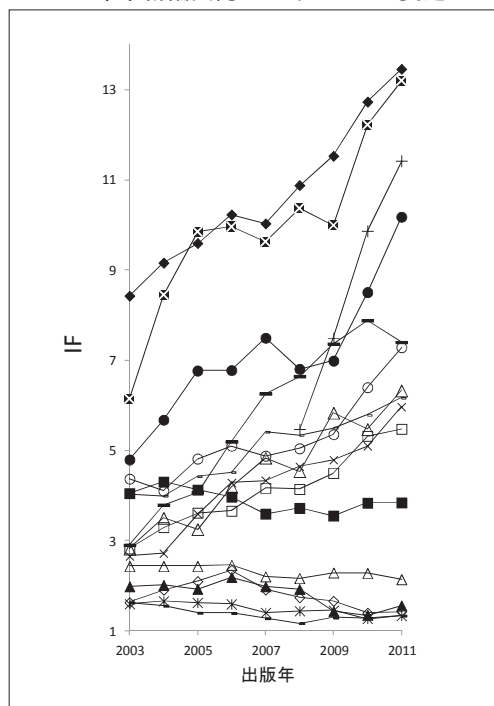
科学技術は国力の基盤を支える柱の一つであり、その役割はますます重要になっている。科学研究により得られる成果は、科学者の行動規範、知的財産権、安全保障輸出管理規程、学術論文の著作権などを尊重することで守られ、研究力強化へとつながる。

学術研究は真理の探究であり、成果は利害を超越して議論することを許され、知識は人類の共有財産となる¹⁾。学術論文誌は研究成果を共有するための媒体であり、論文誌各々にスコープに従った特色があるので、本来序列化されるべき対象ではない。しかしながら、権威のある論文誌に研究成果が掲載されることが、研究者にとって名誉であり、研究者個人および所属機関のある特定の分野のコミュニ

ティにおける研究力の評価につながり²⁾、さらに、世界的な人材獲得競争にまで影響を及ぼしているのも事実である。

論文の影響力を量る指標の一つは引用数であり、掲載誌のインパクトファクター（Impact Factor：IF）^{注1)}を押し上げることに貢献している。本来、IFは論文誌の影響力を同分野内で推し量る指標に過ぎないが、2001年に開始された米国「国家ナノテクノロジー・イニシアティブ」が、学術分野において着実に進展し、成果が波及するに従い、研究分野が融合するナノサイエンス領域においては、物理、化学、材料の分野を問わず、論文が掲載され、IFの二極化が顕著となった。図表1に当分野における代表的な論文誌のIFを時系列でプロットした。2003年においてIFが4.5を超えていた論文誌は、総じてその後もIFが上昇した。逆に、2003年時においてIF

図表1 時系列でみる代表的なナノテク・材料系学術論文誌におけるIFの変遷^{注3)}



が3以下であった論文誌のIFは減少し、IFが3-4.5に位置していた論文誌は二極化した。往々にしてIFが高いことが「影響力がある」と誇大解釈されているが、IFが4を超える論文誌の大半は「影響力のある学術論文誌」に含まれる。それゆえ研究力を顕示する際IFの高い論文誌においてプレゼンスを強調することが重要であり効率も良い³⁾。また、最近の計量書誌学の発展と共に、論文に注目した研究力の評価に関する議論が盛んになっており、大学ベンチマーク等の調査も行われている^{4,5)}。一方で、学

会または出版社にとってもIFの向上は運営面における最重要課題の一つに位置づけられている²⁾。そのため研究成果の正確な情報発信には格別の注意が払われ、後述する様々な対策がとられている。学会または出版社の目的は優れた研究成果を数多く掲載することで達せられるが、その採否に「アソシエイトエディター^{注2)}」が強い権限を有し、さらに科学・技術研究の世界的潮流を創りだせる立場にもあるので、「影響力のある学術論文誌」のコミュニティへの積極的参加に参画することは重要である。

本稿では、「影響力のある学術論文誌」として、米国化学会 (American Chemical Society: ACS)、英国王立化学会 (Royal Society of Chemistry: RSC)、ワイリーブラックウェル社 (Wiley-Blackwell, Wiley) の論文誌からIFが4を超えるナノテク・材料系論文誌^{注3)}を対象とし、アソシエイトエディターの学術的位置づけおよび運営業務を俯瞰するなかで、研究力強化の視点から政策として取り組むべき課題について考察する^{注4)}。

2 アソシエイトエディターの役割

2-1 投稿論文審査

投稿論文は、学会または出版社によって多少の違いはあるものの、図表2で示す組織体制で審査さ

注1 Impact factor (IF) : 情報サービス企業であるトムソン・ロイターから発刊される学術誌評価分析ツール Journal Citation Reports が提供する論文誌のパフォーマンス指標であり、特定の1年間において、ある学術誌に掲載された論文の平均引用数として定義される。例えば、2013年のIFは、直前2年間のデータを使って、次式で算出される。

IF (2013年) = 2011 - 2012年にAという学術誌に掲載された論文が、2013年中に引用された総被引用回数 / 2011 - 2012年に学術誌Aが掲載した論文総数

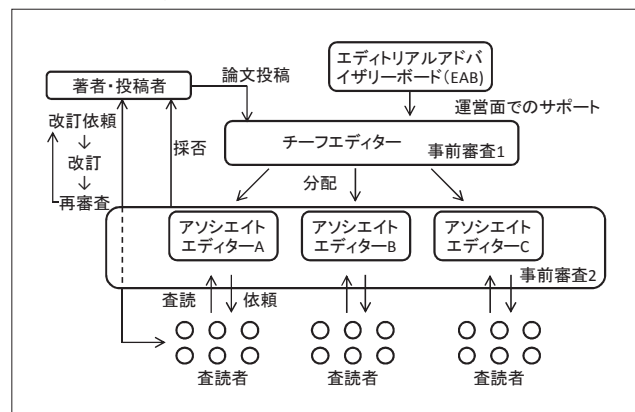
注2 学会または出版社によっては、シニアエディターとも呼ばれる。

注3 ナノテク材料系論文誌には、ISI Web of Knowledgeにおいて、Materials Science分野に分類されている学術論文誌に加え、特にナノテク関連論文が多数掲載されている次の論文誌を加えた: ACS Applied Materials & Interfaces, Advances in Chemistry, Analytical Chemistry, Bioconjugate Chemistry, Biomacromolecules, Inorganic Chemistry, Journal of the American Chemical Society, The Journal of Physical Chemistry A, The Journal of Physical Chemistry B, The Journal of Physical Chemistry C, The Journal of Physical Chemistry Letters, Langmuir, Macromolecules, Chemical Communications, Physical Chemistry Chemical Physics, Lab on Chip, RSC Advances, Soft Matter, Green Chemistry, Nanoscale, Applied Physics Letters, Angewandte Chemie International Edition,

注4 本稿では、いわゆるトップジャーナルに着目した分析と論考を行っており、日本の学術論文誌の重要性とその評価に関しては別の議論が必要であることを念のため申し添える。

注5 学会または出版社によっては、単にエディター、エディター・イン・チーフ、コ・エディターとも呼ばれる。

図表2 典型的な論文審査プロセス



れる⁶⁾。チーフエディター^{注5)}とアソシエイトエディターが論文の採否を決定する立場にあり、エディトリアルアドバイザーボード(EAB)はその立場にない。いずれの論文誌においても全ての投稿論文はチーフエディターへ送付される。今回着目した論文誌において、投稿数は4000報/年を超え、最終的な掲載率は20~40%である。

チーフエディターのオフィスでは数日を要して事前審査が行われる。審査をパスした論文は、アソシエイトエディターオフィスへ転送され詳細に審査される。事前審査では、主に投稿規定への準拠が確認され、また依然として頻度の高い模造や複写を有する論文が選別される。さらに、影響力のある学術誌においては、各論文誌に独自のスコープに対する準拠性が厳しく問われる。その結果15~50%の投稿論文が事前審査のみでリジェクトされる。アソシエイトエディターは、事前審査を通過した論文に対して査読者を決める。著者との関係や競合関係者などを考慮し、複数の査読者が決定される。論文著

者は、投稿に際して査読に好適な研究者とそうでない研究者を提案する権利があるが、アソシエイトエディターは必ずしもこれを考慮する必要はない。投稿者と査読者の会話はアソシエイトエディターを介して書面において行われる。論文掲載の採否は複数の査読コメントを参考にできるが、最終的にはアソシエイトエディターの判断に委ねられる。

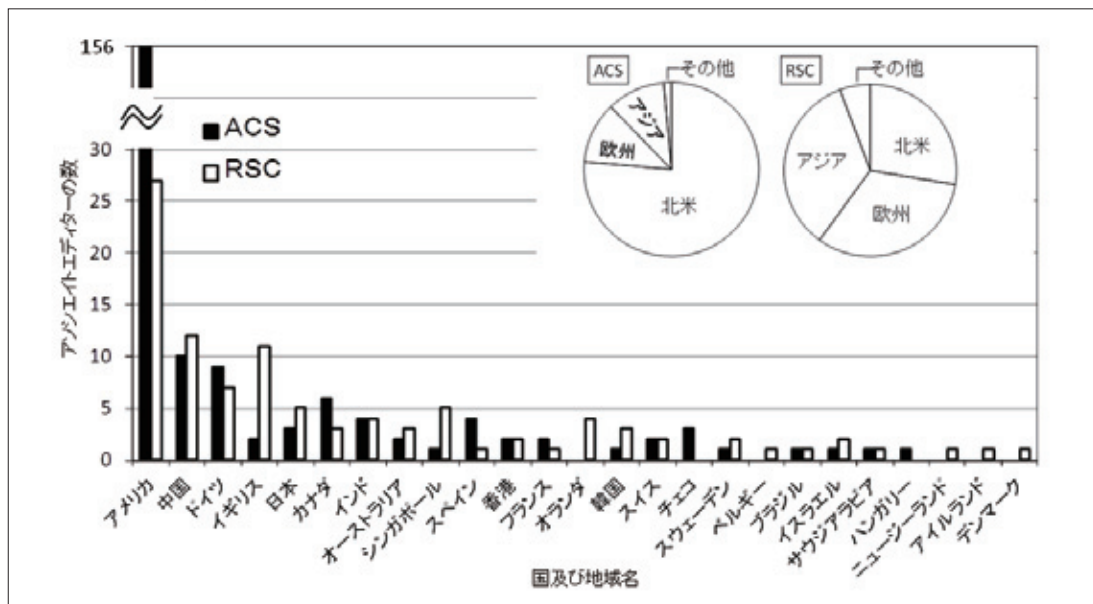
2-2 編集委員会

チーフおよびアソシエイトエディターのみによる編集委員会が年に1~2回開催される。たとえば、ACSではAnnual Meeting前夜から3日間、計20時間が費やされる。委員会では、担当する論文誌の運営全般が議論される。重要度の高い議題を次に示す。

- ・論文投稿数、リジェクト率を含む全ての数字確認およびIF動向
- ・世界の研究動向とトレンドを考慮した特集号の戦略的立案
- ・研究者倫理(セルフサイテーション問題など)
- ・アソシエイトエディターの新規採用

論文誌の運営全般を司る当該委員会が、国別情報を発信できる唯一の機会である。たとえば「最も影響力のある学術論文誌」の一つJournal of the American Chemical Society誌では、24名が米国から、そして日本、ドイツ、フランス、韓国、サウジアラビアから1名ずつ、計29名のチーフおよびアソシエイトエディターにより当該論文誌に関する全てが決定される。図表3では、ACSとRSCにおけ

図表3 2013年のACSおよびRSCにおけるナノテク・材料系学術論文誌のアソシエイトエディターの国別数等および六大州のカテゴリに分類した比較



るナノテク・材料系学術論文誌のアソシエイトエディター数を地域別さらには国別で比較する。ACSでは、北米が3/4を占め、残りの1/4を、北米を除く各国で分け合う。アジアと欧州の占有率はほぼ等しいが、中国とドイツが突出し、それぞれの地域で4割前後を占める。日本は3名でチェコと並び7位である。RSCにおいて、アソシエイトエディターの数に地域的な偏りは見られない。しかし米国、ドイツ、イギリス、中国の4カ国で6割弱を占める。次いで、日本とシンガポールが5席ずつで並ぶ。RSCにおけるアソシエイトエディター数のイギリス比は11%とACSにおける米国比(=73%)とは大きく異なる点が特徴的である。

EABは、その多くが各分野の第一線で活躍する研究者で構成され、運営面でのサポート役を担っているが、当該委員会に参加する権利はない。しかし、交流会形式でチーフおよびアソシエイトエディターと意見交換する場が毎年設けられている。

3 学会または出版社の取り組み

学会または出版社は、各々が出版する論文誌の学術的・商業的価値を高めるために、優れた研究成果とプライオリティーの確保、そして論文審査の透明性には特に注意を払っている。それゆえ、論文誌運営の実権を握るアソシエイトエディターに着任すべき人材の確保は、つねに最優先事項の一つである。主な取り組みは次の通りである。

- ・投稿論文審査の透明化
- ・国際化の推進

論文審査過程の透明化が図られている。例えばACSにおいては、審査過程で得られた全ての情報は、チーフエディターおよびアソシエイトエディター間で共有され相互監視下におかれる。ただし、同じ学会または出版社であっても論文誌間における情報の共有はない。

運営組織の国際化は励行されてから日が浅い。ACSのなかでも歴史のあるLangmuir誌を例に挙げると、最初の外国人アソシエイトエディターは、2001年に隣国・カナダから選ばれた。続いて欧州、2007年に日本、そして中国とブラジルと続く。この

ようにアソシエイトエディターの国際化が始まってまだ10年余である。国際化に舵を切った主な理由は次の通りである。

- ・国際社会における研究動向に関する情報収集
- ・透明性の高い論文審査過程の維持と向上
- ・適切な査読者の選定とIFの向上
- ・人的資源の発掘および確保
- ・論文投稿数の急激な増大に対する対応策

RSCでも同様の意図に基づき、これまでイギリス・ケンブリッジオフィスのみで行ってきた運営業務に、研究者をアソシエイトエディターとして参画させ始めた。図表3から、地域別にバランス良く選抜されていることが明瞭である。

論文誌に依らずアソシエイトエディターのポジション数には限りがあるため、影響力のある人材はEABとして確保されている。図表4には、国別にEAB数をリストアップした。EABは35カ国等から選ばれ国際色も豊かである。ACSにおいては北米が支配的であり欧州とアジアは同数である。RSCにおいては地域性が十分に配慮されていることが分かる。WileyでもRSCと同様の傾向が伺える。アジア地域で比較すると、日本はACSにおいて中国と並ぶが、RSCおよびWileyでは中国が圧倒している。

4 論文誌運営業務への参画に向けた各国の取り組み

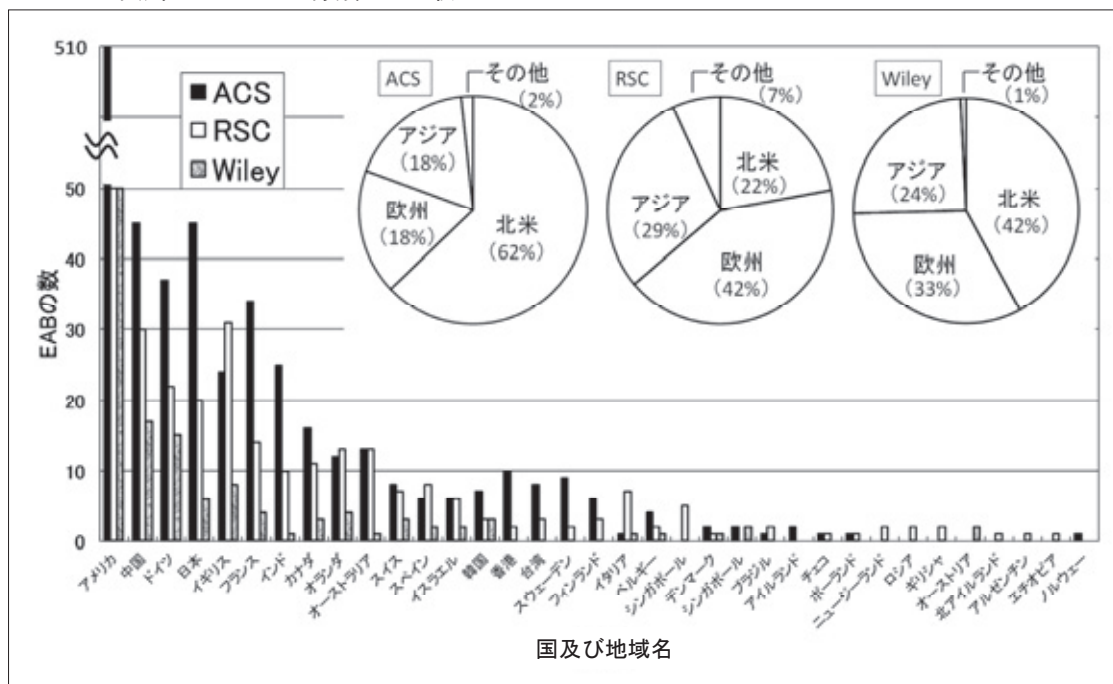
「影響力のある論文誌」のアソシエイトエディターが所属していることは、その大学、研究所、学部など、所属部局の学術的位置づけを証明することになるため名誉なものと認識されているので、その重責を担う研究者は、各所属機関において好待遇で迎えられる場合が多い。他国において、所属機関より提供される一般的な待遇例を次に示す。

- ・編集業務を行うための独立オフィス
- ・オフィス運営に必要な諸費用(会議費、出張費、通信費、事務費)
- ・編集業務を補助する業務員の雇用費

数的に最多を誇る北米においても上記に加え研究費の優遇を受ける場合もある。北米地域に比べて数的希少価値の高い欧州各国においてはさらなる優遇があり、アソシエイトエディターの絶対数が少

注6 中国科学院は科学技術面での最高機関として1947年に設立された。会員の中に院士という制度があり、これは日本学士院会員に対応するものと考えられる(国際協力常置委員会報告「各国アカデミー等調査報告書」日本学術会議国際協力常置委員会編 平成15年7月15日出版より抜粋)

図表4 2013年の各学会または出版社におけるナノテク・材料系学術論文誌のEABの国別数等および六大州のカテゴリに分類した比較



ないアジアではこの傾向はさらに強まる。例えば中国では ACS のアソシエイトエディターに着任した大半の研究者が中国科学アカデミーの「院士」^{注6)}として迎えらる。

チーフおよびアソシエイトエディターは、ある特定の研究分野の情報収集・発信に関わる最前線に位置し、先導的役割を担う。それゆえ、当該コミュニティへの参画と効果的な活動は、科学技術政策の強力な推進に大きく貢献できる。RSC では、北米、アジア、欧州の各地域が各論文誌のオフィスを誘致するケースが見受けられる。アジアではその大半が中国であり、かつ十分な人員が確保され機能している。一方、日本も誘致はしているが事務職員の確保が充分でなく機能面で劣る。また、当然起こりうるべき状況として、チーフおよびアソシエイトエディターを招待した各種会議の開催、或いは訪問を通じて、特定の国の学術団体が、当該国の研究者をアソシエイトエディターや EAB へ参画させることを要請するケースもある。

依存するが、ACS の場合、チーフおよびアソシエイトエディターによる被推薦者の中から、編集委員会の合議に基づきチーフエディターが指名することで決定される。審査期間は約1年である。

代表的な審査項目を次に示す。最重要項目は研究能力であり、論文誌の顔として相応しい研究実績が要求される。ACS で例示すると、研究成果の独創性に加え、ACS への論文掲載実績が評価対象となる。その際、基本的には投稿責任者論文のみが審査対象とされる。第2に査読者としての能力が重要視される。例えば ACS では、過去の査読実績が全て当時のアソシエイトエディターによって点数化され、各論文誌に記録されている。この記録はアソシエイトエディターとしての資質を判断するために利用される。また、編集業務を遂行するに際し支障のない環境にあることが必要である。また、委員会のみで議論し尽くせない課題においては Skype や TV 会議を利用するため、コミュニケーション能力と協調性を含む人格も評価対象となる。さらにアソシエイトエディター間で研究分野に重複がないことも評価基準であるし、国際性も重要視される。

5 アソシエイトエディター に選ばれる人物像

5-1 採用審査

アソシエイトエディターは、学会または出版社に

5-2 待遇

学会または出版社から公式に供給される待遇は次の通りである。ACS と RSC いずれにおいてもチーフエディターおよびアソシエイトエディター

の任期は3年または2年間であるが、重任は妨げないので、特段の理由がない限り10年程度から定年まで務める場合もある。各アソシエイトエディターに対し専任の事務員が供給ないしは、事務経費に相当する手当が支払われる場合もある。その専任事務職員に対しても所属部局職員並みの福利厚生の特典を受ける場合もある。

6 まとめと提言

研究成果を世界に広く・着実に認知させることは、成果の効率良い波及効果（国際共同研究を含む）を生み、世界的に熾烈な競争下にある優れた人材の確保にもつながる。研究力強化に向けて日本のプレゼンスを示すには「影響力のある学術論文誌」に成果を定常的に掲載し、研究分野を先導する特集号を編集し、先進的な研究環境を紹介することが重要であり効率も良い。

論文掲載の採否および特集号の選定を含む論文誌運営に関しては、チーフおよびアソシエイトエディターに裁量権があるので、科学技術に関する国別情

報を発信するには各論文誌のコミュニティへ参画することが肝要である。研究者が学会または出版社の運営に直接携わり日本がグローバル社会の中で孤立することなく、他を尊重しつつ自国のプレゼンスを高める積極的な活動が必要である。論文に着目した研究力に関する様々な議論が行われている中で、政策策定関係者は、今回紹介した論文誌発行形態の現状を理解した上で、そのアウトプットと研究評価に関する議論を行うことが重要であり、「影響力のある論文誌」の編集に貢献する人材に対する評価についても検討が必要である。また、日本の研究力の強化によって、結果として適任者が影響力のある論文誌のアソシエイトエディターの重責を担えるような仕組みを意識することが重要である。

謝辞

本レポート作成に関する取材活動に際しまして、大阪大学教授 真嶋哲朗博士、物質・材料研究機構国際ナノアーキテクトゥクス主任研究者 有賀克彦博士、物質・材料研究機構フェロー 青野正和博士らが、快くご協力下さりました。インタビューを通じて、学会または出版社における編集業務活動に関する調査に貴重な時間を費やしていただき、日本の研究力強化に向けて貴重なご意見を賜りました。

参考文献

- 1) 文部科学省平成19年度文部科学白書第2部第5章科学技術・学術政策の総合的推進第2節学術の振興より
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab200701/002/005/003.htm
- 2) <http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0030291>
- 3) <http://www.nii.ac.jp/sparc/publications/newsletter/html/1/fal.html>
- 4) 科学技術政策研究所，科学研究のベンチマーキング2012，－論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況－
- 5) 科学技術政策研究所，大学ベンチマーキングシリーズ，研究に着目した日本の大学ベンチマーキング2011－大学の個性を活かし、国全体としての水準を向上させるために－
- 6) 倉田敬子，学術情報流通とオープンアクセス，勁草書房，2007。

..... 執筆者プロフィール



白幡 直人

科学技術動向研究センター 客員研究官

博士（工学）。専門はコロイドおよび表面科学。現在はナノ構造に創発される光物性に関する研究に従事。2004年より物質・材料研究機構に勤務、2011年同機構 国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点 独立研究者、2009年より JST さきがけ研究者を兼務。



林 和弘

科学技術動向研究センター 上席研究官

専門は学術情報流通。1990年代後半より日本化学会英文誌の電子化と事業化に取り組み、オープンアクセスにも対応した。電子ジャーナルから発展する研究者コミュニケーションの将来と、学会、図書館、大学の変革に興味を持つ。

各国の地球観測動向シリーズ(第5回)

インドの地球観測活動の方向性 —持続可能な資源利用に貢献する 世界有数の地球観測衛星群—

辻野 照久

概 要

インドの地球観測活動は、政府の宇宙庁とインド宇宙研究機関が主導しており、地球観測衛星の開発や運用、応用プログラムの開発などを行っている。インドの地球観測衛星はロシアを上回る質と量を有しており、地球観測画像に関しては低価格のメリットを生かして有力な供給国となっている。インド政府は地球観測画像データが国民生活にとって重要な情報であることに鑑み、2011年に利用や配布に関するデータポリシーを策定し、国営企業のアントリクス社が画像販売を行うこととなった。

インド政府は持続可能な農業・漁業の構築を目指しており、現場観測とリモートセンシングにより得られた地球観測データを活用して、機械化の導入による資源枯渇や乱伐・産業排水などによる環境悪化の防止に役立てている。特に漁業では持続可能な最大漁獲量を超えないように、操業可能な海域を漁業従事者に多言語で伝達するシステムを構築している。

我が国はインドに比べて農業・漁業など社会応用面で後れを取っているが、2016年打上げ予定の「第1期地球環境変動観測衛星（GCOM-C1）」により国際的な貢献を果たすことが期待されている。

キーワード：インド宇宙研究機関、リモートセンシング、海色モニタ、クロロフィル濃度、海洋汚染

1 はじめに

インドにおける農業や漁業は、機械化の導入による資源枯渇の懸念や乱伐・産業排水などによる環境悪化の影響を受けている。インド政府は持続可能な農業・漁業の構築を目指しており、現場観測とリモートセンシングにより得られたデータを活用した科学的な農業や漁業を行う戦略を立てている。農業では、気象予報や作物の生育状況の監視などで観測データが役立てられている。漁業では、海洋のクロロフィル（葉緑素）の濃度測定や沿岸の環境監視などで観測データが利用されている。

インドのリモートセンシングは、政府の宇宙庁（Department of Space: DOS）¹⁾とインド宇宙研究機関（Indian Space Research Organisation: ISRO）²⁾

が主導しており、地球観測衛星の開発や運用、応用プログラムの開発などを行っている。インドの地球観測衛星群は現時点でロシアを上回る質と量を有しており、地球観測画像に関しては低価格のメリットを生かして有力な画像供給国となっている。

インド政府は地球観測データが国民生活にとって重要な情報であることに鑑み、2011年に利用や配布に関するデータポリシーを策定し、国営企業のアントリクス社が画像販売を行うこととなった。

インドがリモートセンシング技術を活用してどのように社会的課題に対応しているのか、本稿では海洋での漁業における持続可能な資源利用の事例などからインドの地球観測活動の方向性を分析する。

2 インドの宇宙開発利用の概況

インドの最初の衛星は、1975年にソ連のロケットで打ち上げられた「アーリアバータ1号」である。以来2013年7月までに64機の衛星を軌道に投入している。このうち地球観測衛星は22機、静止気象衛星10機（一部は通信放送衛星を兼ねる）と約半数を占める。インド独自のロケット打上げはインド東南部の射場から1980年以来2013年11月までに40回行われている。静止衛星を国産ロケットで自国の射場から打ち上げた実績を有する国は、米国・ロシア・フランス・日本・中国・インドの6か国しかなく、インドは宇宙先進国の一つに数えられる。

2013年11月5日に打ち上げられた火星探査機「Mangalyaan」は2014年9月にアジア初の火星周回軌道投入を目指している。

3 地球観測関係の活動状況

3-1 5か年計画に基づく地球観測活動

インドの地球観測活動が本格的に開始されたのは、1988年に国産のインドリモートセンシング衛星（Indian Remote Sensing Satellite：IRS）の初号機「IRS-1A」が打ち上げられてからである。以来、「国家天然資源管理システム（NNRMS）」の枠組の下で民生用の地球観測が継続的に行われてきた。地球観測衛星の開発や地球観測応用システムの開発などの中長期的な地球観測活動の実施計画は5年単位で策定され、現在は2012年から始まった「第12次5か年計画」期間となっている。

3-2 地球観測予算

インドの宇宙予算は毎年政府が発表している当年度の予算書の中で「Space」という1項目に集約されている。2013年度（2013年4月1日～2014年3月31日）の宇宙予算は総額679億ルピー（約2,000億円）で、そのうち約2割が地球観測関連の予算である。最近5年間の宇宙予算とその中に含まれる地球観測関連の予算額を図表1に示す。

図表1 インドの宇宙予算（単位：百万ルピー）

5ヶ年計画期間	年度	当初予算	地球観測予算内訳
第11次	2009	49,590	10,410
	2010	57,780	11,553
	2011	66,260	11,001
第12次	2012	67,150	10,809
	2013	67,920	13,265

出典：2009年度から2013年度のインド政府予算書を基に科学技術動向研究センターにて作成

3-3 地球観測に関する組織

3-3-1 宇宙庁／インド宇宙研究機関

インドの宇宙開発利用活動の長期計画や予算は、宇宙庁（DOS）が策定する。インド宇宙研究機関（ISRO）はロケットや衛星の開発、各センターでの研究開発、製造部門などを含め職員数が18,560名にも達する世界有数の宇宙機関である。DOS長官とISRO総裁は同一人物が兼任している。ISRO内で地球観測に関する組織は、各種の衛星の設計・製造・試験などを行うISRO衛星センター（ISRO SATellite Center：ISAC）、ハイデラバード近郊に受信局を擁する国家リモートセンシングセンター（National Remote Sensing Center：NRSC）³⁾、東西南北および中央の5箇所の地域リモートセンシングセンター（Regional Remote Sensing Center：RRSC）、地理空間情報システム（GIS）と連携した地球観測応用の教育を行うインドリモートセンシング研究所（Indian Institute of Remote Sensing：IIRS）、衛星応用センター（Satellite Application Center：SAC）などがある。また宇宙庁の管轄機関の一つとして、北東衛星応用センター（North East SAC：NESAC）がある。

国際的な宇宙ビジネスの面でも、インドは積極的な活動を行っている。宇宙庁傘下の国営企業であるアントリクス社⁴⁾はISROが製造するロケットを用いた外国衛星の商業打上げ、外国から受注した衛星バスや衛星画像の販売などを行っている。インド衛星が取得した画像販売は同社の全売上げの約10%を占める。

3-3-2 地球観測活動の関連省庁

地球観測活動に関連している省庁としては、地球科学省（MoES）⁵⁾と傘下のインド気象局（IMD）⁶⁾

および国立海洋情報サービスセンター (INCOIS)⁷⁾、環境・森林省 (MoEF)⁸⁾、農業省 (MoA)、水資源省 (MoWR)、科学技術省 (MoST)、都市開発省 (MoUD) などがある。これらの省庁は必要により宇宙庁から地球観測画像の配信を受けるほか、独自の応用システムを開発して農業・林業・漁業従事者や科学者・技術者などの最終利用者に情報を提供している。

インドの地球観測関連組織の体制を図表2に示す。

3-4 地球観測情報の流れとデータポリシー

3-4-1 地球観測情報の流れ

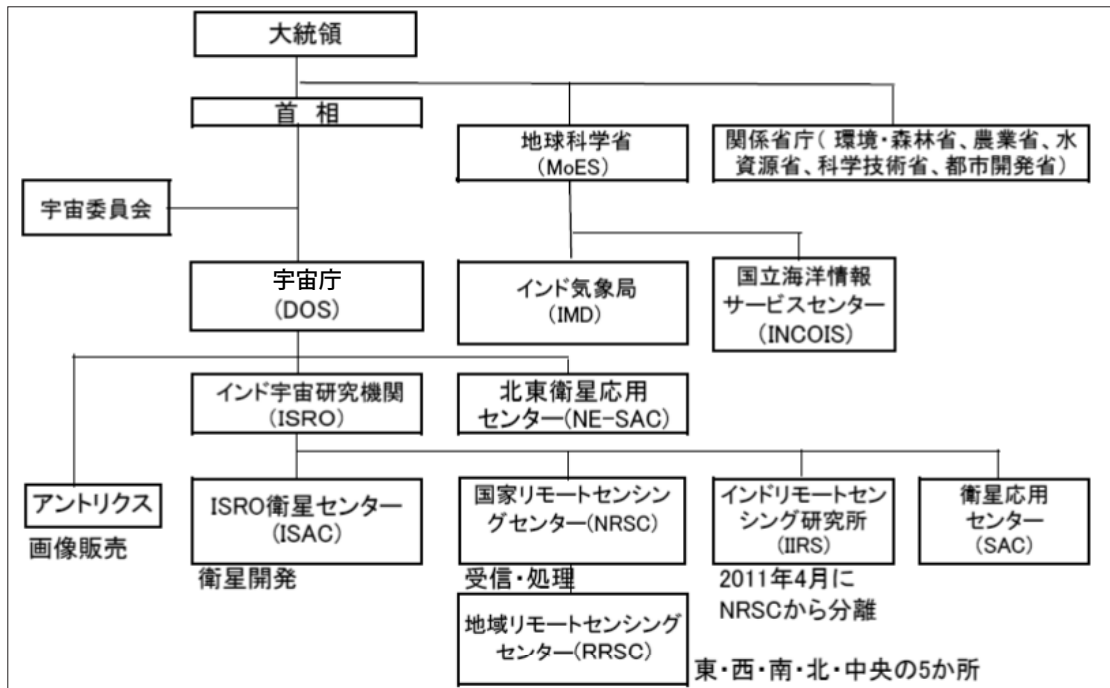
地球観測データは源泉データの取得からいくつかのプロセスを経て、最終ユーザの利用が可能となる。

インドにおける各組織役割分担の概念を図表3に示す。左側は情報の流れの「上流」、右側は「下流」と呼ばれる。インド気象局以外の省庁や研究機関は地球観測画像データを宇宙庁／インド宇宙研究機関から入手する。気象局は静止気象衛星「Kalpana-1」などを運用し、宇宙から見た雲画像などの気象データを取得している。

3-4-2 データポリシー

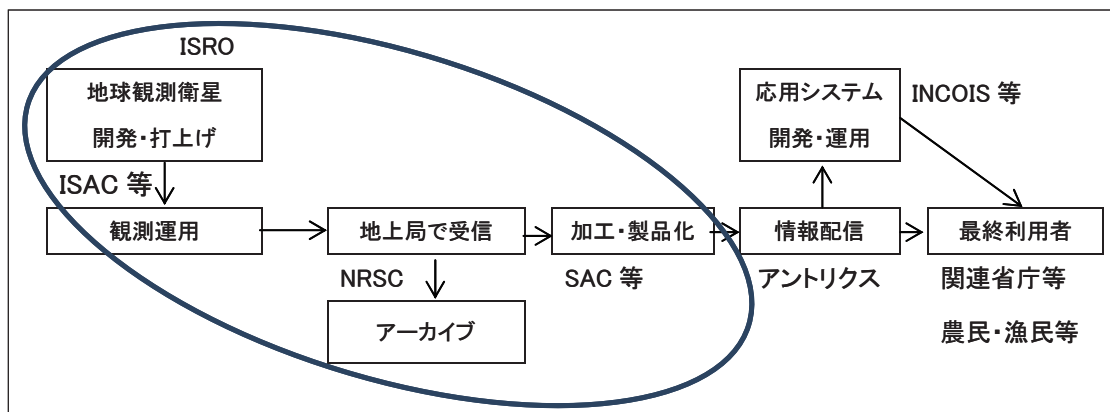
インドの地球観測政策は、2011年に制定されたリモートセンシングデータポリシー (RSDP-2011)⁹⁾において公式文書化されている。このデータポリシーは、政府内外の多くのユーザが、社会にとって有用なさまざまな活用を行うことを目的として定められた。インドが保有する地球観測衛星と外国保有の地球観測衛星の画像データを利用する上で、

図表2 インドの地球観測関連組織



出典：各種資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表3 地球観測衛星が取得した情報の流れ



出典：各種資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

所有権や配布権を持つ機関を定め、その機関が画像取得と配布を適切に管理できるようにしている。宇宙庁は保有衛星の画像データの唯一の所有者となる。国家安全保障や外交政策上必要な場合は、衛星画像取得およびデータ配布に制限をかける権限も保持している。また、データの配布に係る料金徴収に関する手続きを規定することもできる。

インド宇宙研究機関の内部組織である国家リモートセンシングセンター(NRSC)は、インド衛星および外国衛星の観測データを取得し、配布する権限を有する。また取得・販売記録のアーカイブの保管も行う。

国営企業のアントリクス社は、政府の政策の範囲内で政府に代わってユーザとの認可協定を結ぶことができ、インド国外でのインド保有観測データの申込みを受け付ける権限を有する。

分解能が1mより粗いデータはそのまま配布することができるが、分解能が1mよりも細かいデータに関しては、NRSC と他のユーザ間で、個々に販売／非公開協定が結ばれる。

なお、政府ユーザ(省庁、公的機関、独立機関、政府系研究開発機関、国立教育研究機関)は、認可なしにデータを取得できる。また、開発活動の支援のために少なくとも1つの政府機関に推薦された民間機関も認可なしにデータを取得できる。その他のユーザは、機関間高分解能画像認可委員会(High Resolution Image Clearance Committee : HRC)による認可後にデータを取得できることになっている。

3-5 地球観測衛星

3-5-1 運用中の地球観測衛星

現在運用中のインドの民生用地球観測衛星は図表4に示すように13機ある。インドの運用中の民生用地球観測衛星・気象衛星数は、ロシアの2倍以上である。衛星の製造はすべてISROが中心になり、イスラエル、フランス、イタリアなどが観測機器を提供する形で協力している。観測機器の分解能などの性能や種類の多様さもロシアや日本を上回る。気象衛星は「Kalpana-1」が主力で、最新の「Insat-3D」は2013年8月22日に初画像を送信し、その後も軌道上試験が行われている。

3-5-2 新たな地球観測衛星の開発計画

インドの地球観測衛星はつねに数機が並行して開発されている。継続的に運用すべき衛星の後継機や新規の衛星がそれぞれISROにおいて開発が進んでいる。現在は資源衛星「Resourcesat-2A」、地図作成衛星「Cartosat-3」、海洋観測衛星「Oceansat-3」、レーダ観測衛星「RISAT-1A」、静止地球観測衛星「GISAT」および大気・海洋観測衛星「Scattsat」などの開発が行われている。「GISAT」は2016年度打上げを予定しており、インド上空の静止軌道から分解能60mで地上を監視し、森林火災や洪水などの災害が発生した場合、発生後5分以内に発見することを目標にしており、静止気象衛星とは役割が異なる。

図表4 インドの主要な地球観測衛星の運用状況(2013年10月1日現在)

分野	衛星シリーズ名	初号機打上げ年月	センサ	空間分解能	衛星・機器製造機関	打上げ数	現在運用中の衛星数
陸域	IRS-P3 以前	1980年7月	光学	25m-100m	ISRO	10	0
	Resourcesat	2003年10月	光学	5.8m	ISRO	2	1
	Cartosat	2005年5月	光学	1m	ISRO	4	4
	RISAT-2	2009年4月	SAR*	3-8m	ISRO/IAI*	1	1
	RISAT-1	2012年4月	SAR	3-6m	ISRO	1	1
海洋	Oceansat	1999年5月	光学	200-300m	ISRO/ASI*	2	1
	SARAL	2013年2月	高度計	-	ISRO/CNES*	1	1
大気	Megha-Tropiques	2011年10月	光学	40km	ISRO/CNES	1	1
気象	Insat-1B~3A	1983年8月	光学	1km-8km	ISRO	8	1
	Kalpana-1	2002年9月	光学	1km-8km	ISRO	1	1
	Insat-3D	2013年7月	光学	1km-4km	ISRO	1	1
計						32	13

*SAR=合成開口レーダ、IAI=イスラエル・エアクラフト・インダストリーズ社、ASI=イタリア宇宙機関、CNES=フランス国立宇宙研究センター

出典：Union of Concerned Scientists の衛星 DBなどを基に科学技術動向研究センターにて作成

4 地球観測データの利用事例

4-1 漁場探査のためのクロロフィル濃度観測

海洋観測衛星「Oceansat-2」に搭載された海色モニタ（Ocean Color Monitor : OCM）は、海洋表面のクロロフィル濃度の測定に利用されている。クロロフィルを含む植物プランクトン（微細藻類）が多い場所は魚類が集まりやすく、海色が緑色に近くなる¹⁰⁾。インドでは国立海洋情報サービスセンター（INCOIS）がインドの「第11次5ヶ年計画」期間（2007年度～2011年度）中に実施した「ChloroGIN（Chlorophyll Global Integrated Network）」¹¹⁾プログラムにおいて、海面のクロロフィル濃度に関するリアルタイムに近い衛星データを収集しウェブによる配信を行った。OCMのデータと並んで米国の中分解能撮像分光放射計「MODIS（Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer）」のデータも利用された。これにより沿岸海域に設置された時系列測定局における現場観測の補完・補充がより高い頻度で可能になった。

OCMのデータから光学活性物質（Optically Active Substance : OAS）のバイオ光学特性データベースが作成され、検索アルゴリズム「OC3M」¹²⁾が開発された。INCOISの参加機関は海洋研究所（ゴア州）、ゴア大学、インド熱帯気象研究所、マンガロール大学、水産技術中央研究所（コーチン）、アンナマライ大学高度海洋生物学研究センター、アンディラ大学、ベランブル大学などである。

また、このプログラムにより有害藻類ブルーム（Harmful Algal Bloom : HAB）の識別などの成果も得られた。このプログラムを通じて参加機関の研究能力の強化が図られたことも成果の一つである。さらに漁業だけでなく、油流出、生態系の研究などのアプリケーションにも利用された。

4-2 水産資源枯渇防止と海洋環境監視

インド政府は地球観測データを活用して持続可能な漁業を行うための具体的な方策として、INCOISの「ChloroGIN」プログラムで構築された「PFZ（Potential Fishing Zone）助言システム」すなわち海洋の物理的・化学的な分析により「漁獲の可能性のある海域（PFZ）」の助言を行うシステ

ムを運用し、12の州や島嶼の漁業従事者を対象に、漁獲の生産性を高めるために多言語でPFZに関する助言を行う一方で、機械化された漁船の乱獲による海洋資源の枯渇を防止するため「持続可能な最大漁獲量（Maximum Sustainable Yield : MSY）」を超えない範囲で漁業を行うことを求めている。

また、海から離れた内陸部の工場からの汚染物質排出や河川洪水により引き起こされる海洋汚染の監視や対策措置を行うことも地球観測データ活用の課題の一つである。ISROの国家リモートセンシングセンター（NRSC）は、インドのリモートセンシング利用の黎明期である1989年頃に、インド南部のケララ州にあるイドゥッキダムの環境影響調査を行い、リモートセンシングデータによる解析で土壌が深刻なまでに浸食を受けているという結果を得た。その要因はダムの近辺で行われた森林の乱伐である¹³⁾。この問題によってダムの貯水量が低減し、水力発電所の寿命が短くなり、下流では頻繁な洪水が発生した。さらにその結果は海にまで影響が及び、漁業が成り立たなくなる懸念もあった。また、内陸部にある工場は水銀などを含む汚染物質を川に排出しており、その結果河口から沿岸にかけて海洋汚染が進行している。インドではリモートセンシング技術を活用して、情報提供や規制を行って、持続可能な農業・漁業を構築することを目指している。

5 我が国との対比

インドに比べて、我が国の地球観測が遅れている課題点は以下に示すように3つある。

- ① 我が国は観測データを社会へ応用する研究を行っているが、衛星の継続性が保証されていないこともあって研究成果を水平展開する力が不足している。我が国は国土が狭く、地上インフラがある程度整っているため、衛星利用の必要性が感じられないことも一因である。インドは地上インフラが貧弱である反面、効率的な衛星利用を社会応用に組み込んでいるため、我が国よりも衛星の社会貢献度が高い。
- ② 我が国はデータポリシーがケースバイケースであると外国から指摘されており、インドのような法的拘束力のある文書化がなされていない。衛星画像をビジネスに活用したい企業は政府に対してデータポリシーの制定を求めている。
- ③ 我が国は（独）宇宙航空研究開発機構（JAXA）の地球観測衛星、内閣官房の情報収集衛星お

よび国土交通省の気象衛星で合計8機の地球観測衛星を運用しているが、インドの地球観測衛星群に対して数が少なく、海洋観測や資源探査などの機能が不足している。

現時点で海洋観測衛星を保有していない我が国は、米国の地球観測衛星「Terra」や「Aqua」に搭載された「MODIS」の海色データを利用して大学などで海洋観測研究を行っている。JAXAが2016年に打上げを予定している「第1期地球環境変動観測衛星(GCOM-C1)」は、多波長光学イメージャ「SGLI」(Second generation Global Imager)を搭載し、偏光機能を利用して陸域・海域の色を同一のセンサーで観測できる。「SGLI」は米国の「MODIS」の後継として性能向上を目指している。例えばクロロフィルaの濃度観測の分解能は沿岸で250 m、外洋で1 kmである。

6 おわりに

インドの地球観測活動の特徴は、先進国との技術協力を通じて自国の宇宙インフラのレベルを高め、豊富な人材を活用して経済レベルに見合った社会応用を実現していることである。インドでは、農業や漁業の従事者が他の産業よりも圧倒的に多く、地球観測データを活用して農業や漁業を持続可能でかつ効率的に行う必要がある。社会応用システムの水平展開に力を入れているインドの地球観測活動は、我が国の農業・漁業における衛星利用の在り方を考える上で参考になる。

参考文献

- 1) 宇宙庁のウェブサイト：<http://dos.gov.in/>
- 2) インド宇宙研究機関のウェブサイト：<http://www.isro.org/>
- 3) 国家リモートセンシングセンターのウェブサイト：<http://www.nrsc.gov.in/>
- 4) アントリクス社のウェブサイト：<http://www.antrix.gov.in/>
- 5) 地球科学省 (Ministry of Earth Science : MoES) のウェブサイト：<http://dod.nic.in/>
- 6) インド気象局 (India Meteorological Department : IMD) のウェブサイト：<http://www.imd.gov.in/>
- 7) 国立海洋情報サービスセンター (Indian National Center of Ocean Information Service : INCOIS) のウェブサイト：
<http://www.incois.gov.in/>
- 8) 環境森林省 (Ministry of Environment and Forestry : MoEF) のウェブサイト：<http://envfor.nic.in/>
- 9) インドのデータポリシー (RSDP-2011)：<http://www.isro.org/news/pdf/RSDP-2011.pdf>
- 10) 微細藻類 (マイクロアルジェ) が開く未来、鷲見芳彦、科学技術動向 2009年9月号
- 11) ChloroGIN のウェブサイト：<http://www.incois.gov.in/Incois/ChloroGIN.jsp>
- 12) Detection and Monitoring of HAB:Remote Sensing Component & in situ efforts :
http://www.incois.gov.in/Incois/Detection_and_Monitoring_of_HAB-Phase-I.pdf
- 13) Fishing for Resources: Indian Fisheries in Danger, Kocherry Thomas 他, 2010 :
<http://www.culturalsurvival.org/publications/cultural-survival-quarterly/india/fishing-resources-indian-fisheries-danger>

執筆者プロフィール



辻野 照久

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://members.jcom.home.ne.jp/ttsujino/space/sub03.htm>

専門は電気工学。旧国鉄で新幹線の運転管理、旧宇宙開発事業団で世界の宇宙開発動向調査などに従事。現在は宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 調査国際調査分析課特任担当役、科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター特任フェローも兼ねる。趣味は全世界の切手収集。インド切手は1855年のイギリス東インド会社発行切手以降2,500種類以上を保有。